Aus der Abteilung für
Unfall- und Wiederherstellungschirurgie
des Klinikum Steglitz der Freien Universität Berlin
(Leiter: Prof. Dr. med. Rahim Rahmanzadeh)

Behandlungsergebnisse von Korrekturosteotomien an der unteren Extremität

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Karl-Heinz Bergt
aus Bremen

~~1985~~
1986

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549614_0037

Druck: Copy-Center in Dahlem
Ladenbergstraße 2-4
1000 Berlin 33

Aus der Abteilung für Unfall- und Wiederherstellungs-
chirurgie des Klinikum Steglitz der Freien
Universität Berlin
(Leiter: Prof. Dr. med. Rahim Rahmanzadeh)

Behandlungsergebnisse von Korrekturosteotomien an der unteren Extremität

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Karl-Heinz Bergt
aus Bremen
1985

Referent: Priv. Doz. Dr. med. M. Faensen

Korreferent: Prof. Dr. med. G. Friedebold

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fachbereiche
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 25.03.1986

Inhaltsverzeichnis Seite

1.	Einleitung	6
2.	Allgemeiner Teil	7
2.1.	Anatomie der unteren Extremität	7
2.1.1.	Knöcherner Bewegungsapparat	7
2.1.1.1.	Das Femur	7
2.1.1.2.	Die Tibia	7
2.1.1.3.	Die Fibula	8
2.1.1.4.	Der Talus	9
2.1.1.5.	Der Calcaneus	9
2.1.2.	Gelenke und Bänder	9
2.1.2.1.	Das Hüftgelenk	9
2.1.2.2.	Das Kniegelenk	10
2.1.2.3.	Die ligamentären Verbindungen von Tibia und Fibula	10
2.1.3.	Die Muskulatur der unteren Extremität	11
2.1.3.1.	Muskulatur des Hüftgelenks	11
2.1.3.2.	Muskulatur des Kniegelenks	12
2.1.3.3.	Muskulatur des oberen Sprunggelenks	12
2.1.3.4.	Übersicht über die motorische Innervation der unteren Extremität	13
2.1.4.	Die physiologischen Achsenverhältnisse der unteren Extremität	13
2.1.4.1.	Die Achsen der Horizontalebene	14
2.1.4.2.	Die Achsen der Sagittalebene	15
2.1.4.3.	Die Achsen der Frontalebene	15

Seite

2.2.	Allgemeine Bemerkungen zur Durchführung von Korrekturosteotomien	16
2.2.1.	Die röntgenologische Beinachsenbestimmung	16
2.2.2.	Indikationen zur Korrekturosteotomie	19
2.2.3.	Die Technik der Korrekturosteotomien	21
2.2.4.	Besonderheiten in der Ätiologie kindlicher posttraumatischer Fehlstellungen	27
3.	Spezieller Teil	33
3.1.	Vorbemerkungen	33
3.1.1.	Patienten	33
3.1.2.	Methodik	33
3.2.	Ergebnisse	36
3.2.1.	Gesamtübersicht der allgemeinen Daten	36
3.2.1.1.	Anzahl der Patienten und Korrekturen	36
3.2.1.2.	Verteilung nach Geschlecht	37
3.2.1.3.	Altersverteilung	38
3.2.1.4.	Behandlungsursachen	39
3.2.1.5.	Anzahl und Ausmaß der Nachuntersuchungen	40
3.2.1.6.	Abstand OP - Nachuntersuchung	42
3.2.1.7.	Seitenverteilung	42
3.2.1.8.	Dauer des stationären Aufenthaltes	43
3.2.1.9.	Abstand OP - Materialentfernung	44
3.2.1.10.	Dauer des stationären Aufenthaltes zur Materialentfernung	45
3.2.1.11.	Komplikationen	46
3.2.1.12.	Übersicht über die Röntgendokumentation	48

Seite

3.2.1.13.	Verlauf der sportlichen Aktivität der Patienten	49
3.2.1.14.	Ergebnis der Standardfragen	50
3.2.2.	Darstellung von lokalisationsbezogenen Verläufen und Funktionsbeschreibungen	52
3.2.2.1.	Femurschaftosteotomien	52
3.2.2.2.	Supracondyläre Femurosteotomien	53
3.2.2.3.	Tibiakopfumstellungen	60
3.2.2.4.	Tibiaschaftosteotomien	67
3.2.2.5.	Supramalleoläre Tibiakorrekturen	70
3.2.2.6.	Korrekturen am oberen Sprunggelenk	73
3.3.	Diskussion	76
3.4.	Zusammenfassung	87
4.	Kasuistik	89
5.	Literaturverzeichnis	114

1. Einleitung

Während im Bereich der Traumatologie und Orthopädie die Indikationen und Prognosen operativer Therapie nach frischen Verletzungen des knöchernen Bewegungsapparates weitgehend geklärt wurden, ist die Diskussion über Methoden, Möglichkeiten und Ergebnisse von Korrekturosteotomien bei idiopathischen und posttraumatischen Fehlstellungen an der unteren Extremität derzeit Gegenstand vermehrten Interesses.

Ziel dieser Arbeit ist es, die seit Bestehen der Abteilung für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie des Klinikum Steglitz der Freien Universität Berlin zwischen 1975 - 1982 durchgeführten Korrekturosteotomien an der unteren Extremität auf ihre Indikation, die angewandte Methode und ihr Ergebnis zu überprüfen und entsprechend zu würdigen.

Nicht berücksichtigt wurden in dieser Arbeit Fehlstellungen des Schenkelhalses sowie reine Verkürzungen oder Verlängerungen.

2. Allgemeiner Teil

2.1. Anatomie der unteren Extremität

2.1.1. Knöcherner Bewegungsapparat

2.1.1.1. Das Femur

Das Femur ist der längste und kräftigste Röhrenknochen des menschlichen Skeletts. Er besteht aus dem Schenkelhalskopf, Caput femoris, dem Schenkelhals, Collum femoris, dem kräftigen Schaft, Corpus femoris, und den distalen Gelenkenden, dem Condylus lateralis und dem Condylus medialis. Dem nach ventral konvex geformten Femur sitzt dorsalseitig eine Knochenleiste, die Linea aspera, auf, deren biomechanische Bedeutung nicht eindeutig geklärt ist. Am proximalen Schaftende befindet sich der große Rollhügel, Trochanter major, eine mächtige Muskelapophyse, an dem verschiedene kurze Hüftmuskeln inserieren. Dorsal und etwas distal davon befindet sich eine weitere, kleinere Apophyse, der kleine Rollhügel oder Trochanter minor. Er bildet den Ansatzpunkt für den M. iliopsoas, den kräftigen Hüftbeuger. Ligamentär ist das Femur durch drei robuste Bänder mit dem Beckengürtelskelett verbunden, dem Lig. iliofemorale, Lig. pubofemorale und dem Lig. ischiofemorale.
Am distalen Ende des Femur befindet sich ventralseitig zwischen den beiden Epicondyli lateralis und medialis die Patellagleitbahn, die Facies patellaris. Ihr lateraler Anteil ist etwas prominenter, um damit die Tendenz der Kniescheibe, nach lateral auszuweichen, ausgleichen zu können.

2.1.1.2. Die Tibia

Die Tibia ist ein im Querschnitt dreieckiger langer Röhrenknochen, dessen proximales Ende sich zu den beiden Gelenkknorren, den Condyli medialis und lateralis erweitert. Sie bilden zusammen mit den Femurkondylen die knöchernen Anteile des Kniegelenks. Die Ränder des Kno-

chens heißen Margo medialis, Margo interosseus und Margo anterior. Sie begrenzen drei Flächen der Tibia: die Facies posterior, die Facies lateralis und die Facies medialis tibiae. Die letztgenannte zeichnet sich mitsamt der Schienbeinvorderkante durch ausgesprochen dünne Weichteilbedeckung aus, was diese Strukturen sehr verletzungsanfällig macht, und zusätzlich in besonderer Weise zu Wundheilungsstörungen neigen läßt.
Zwischen den beiden proximalen Facies articulares befinden sich zwei knöcherne Erhebungen, die Tuberculi intercondylare mediale und laterale, von denen die Kreuzbänder ihren Ausgang nehmen. Unterhalb davon läuft nach proximal hin die Schienbeinvorderkante in die Tuberositas tibiae aus, die den Ansatzpunkt des Lig. patellae an der Tibia bildet. Laterodorsal davon findet sich eine Vertiefung, die Facies articularis fibularis.
Am distalen Ende der Tibia bildet der Malleolus medialis die tibiale Begrenzung der Malleolengabel und zugleich den Hauptanteil des Tibiotalargelenks. Fibulaseitig findet sich an der Tibia die kleine Incisura fibularis, welche für eine orthograde Stellung des oberen Sprunggelenks wichtig ist, da durch sie die Bandführung desselben ergänzt wird.

2.1.1.3. Die Fibula

Die Fibula ist, verglichen mit Femur und Tibia, ein ebenfalls langer, aber ausgesprochen schlanker Röhrenknochen. Das Fibulaköpfchen läuft nach proximal spitz aus und hat medial eine überknorpelte Fläche, die Facies articularis capitis fibulae, mit der sie sich der korrespondierenden Gelenkfläche der Tibia anlagert. Das Fibulaköpfchen ist bei gebeugtem Knie gut tastbar, von wenig Weichteilen bedeckt und daher leicht verletzlich. Neben der Funktion als Muskelansatz besteht eine weitere darin, mit ihrem distalen Ende, dem Malleolus lateralis, den seitlichen Anteil der Knöchelgabel zu bilden. Das distale Ende des Malleolus lateralis ist zur Spitze hin verdickt und reicht ca. 1.5 cm weiter nach caudal als der mediale Knöchel.

2.1.1.4. Der Talus

Der Talus zählt zu den Fußwurzelknochen. Man unterscheidet an ihm drei Abschnitte: Caput, Collum und Corpus. Das Corpus tali bildet mit seiner Trochlea das "Fundament" des oberen Sprunggelenks, während Collum und Caput die knöcherne Verbindung zur vorderen Kammer des unteren Sprunggelenks darstellen. An der Unterfläche des Talus bildet die konkave Facies articularis calcanea posterior die hintere Kammer des unteren Sprunggelenks.

2.1.1.5. Der Calcaneus

Das Fersenbein befindet sich mit seiner Längsachse etwas distal und lateral des Talus. Es ist der größte Fußwurzelknochen und bildet mit seinem Höcker, dem Tuber calcanei, einen kurzen, aber kräftigen Hebel des Fußskeletts. Lateral bildet der Calcaneus mit seinem vorderen Anteil den seitlichen Fußrand sowie die Articulatio calcaneocuboidea, ventromedial zusammen mit Talus und Os naviculare die vordere Kammer des unteren Sprunggelenks.

2.1.2. Gelenke und Bänder

2.1.2.1. Das Hüftgelenk

Hauptbestandteile der Gelenkkapsel des Hüftgelenks sind das Ligamentum iliofemorale, das Ligamentum pubofemorale sowie das Ligamentum ischiofemorale. Da der Kopf bis über seinen Äquator in die Gelenkpfanne hineinragt, bezeichnet man das Hüftgelenk als Kugelgelenk.

2.1.2.2. Das Kniegelenk

Das größte Gelenk des Körpers, das Kniegelenk, erlaubt Rollgleitbewegungen sowie bei gebeugtem Knie Rotationsbewegungen. Es bildet somit eine Kombination von Scharnier- und Radgelenk. Zur Stabilisierung tragen zunächst die beiden Seitenbänder, das Ligamentum collaterale fibulare und das Ligamentum collaterale tibiale, bei. Die medialen Bandstrukturen sind mit dem medialen Meniscus durch den Kapsel-Bandapparat innig verbunden, während der laterale Meniscus lediglich am Vorder- und Hinterhorn an der tibialen Gelenkfläche fixiert ist. Die beiden C-förmigen faserknorpeligen Scheiben dienen der Anpassung an die optimale Lastverteilung während der verschiedenen Funktionszustände im Kniegelenk. Die beiden Kreuzbänder fixieren das Gelenk in horizontaler Ebene gegen ventrale und dorsale Verschiebung. Ventralseitig wird das Knie durch die kräftige Sehne des Oberschenkelstreckers, in die als Hypomochlion die Patella eingelassen ist, stabilisiert. Beidseits dieser Sehne finden sich gelegentlich schwer abgrenzbare Bandzüge, die Retinacula patellae. Dorsal befindet sich eine straffe Kapsel, gebildet aus einstrahlenden Sehnenbündeln der Mm. semimembranosus, popliteus und gastrocnemius sowie Bandzügen der Articulatio tibiofibularis.

2.1.2.3. Die ligamentären Verbindungen von Tibia und Fibula

Zwischen beiden Unterschenkelknochen spannt sich als flächige Syndesmose die Membrana interossea cruris aus. Die im klinischen Sprachgebrauch als eigentliche Syndesmose bezeichneten Ligg. tibiofibulare anterius und posterius stabilisieren die Malleolengabel, von deren Festigkeit eine gute Funktion des oberen Sprunggelenks wesentlich abhängt. Zur korrekten Führung der Talusrolle in der Gabel dienen zwei weitere auch als Kollateralbänder bezeichnete Strukturen: das mediale Knöchelband, ein zweischichtiges und dreizipfliges sogenanntes Lig. deltoideum, und das laterale Knöchelband, ebenfalls dreizipflig, bestehend aus dem Lig. fibulo-talare anterius, dem Lig. fibulo-calcaneare und dem Lig. fibulo-talare posterius.

2.1.3. Muskulatur der unteren Extremität

Die im folgenden wiedergegebene funktionsbezogene Einteilung der Muskulatur der unteren Extremität orientiert sich an den statischen Bedingungen, die in Normalstellung bestehen. Diese statische Ordung verschiebt sich während des Gehens zugunsten fließender Übergänge, bei denen verschiedene Muskelgruppen zusammenwirken und komplexe Halte- und Bewegungsarbeit verrichten.

2.1.3.1. Muskulatur des Hüftgelenks

Bewegung	Ausführende Muskeln
Anteversion	M. iliopsoas M. rectus femoris M. tensor fasciae latae M. sartorius
Retroversion	M. glutaeus maximus
Abduktion	M. glutaeus medius und minimus
Adduktion	Mm. adductores
Innenrotation	M. gluateus medius und minimus (vorderer Teil) M. adductor magnus
Außenrotation	M. glutaeus medius und minimus (hinterer Teil) M. glutaeus maximus M. piriformis M. obturatorius internus M. obturatorius externus M. quadratus femoris Mm. gemelli

Tab. 1: Muskulatur des Hüftgelenks

2.1.3.2. Muskulatur des Kniegelenks

Bewegung	Ausführende Muskeln
Streckung	M. quadriceps femoris
Beugung	M. biceps femoris M. semitendinosus M. semimembranosus M. sartorius M. popliteus M. gastrocnemius
Innenrotation	M. semitendinosus M. semimembranosus M. popliteus M. sartorius M. gracilis
Außenrotation	M. biceps femoris

Tab. 2: Muskulatur des Kniegelenks

2.1.3.3. Muskulatur des oberen Sprunggelenks

Bewegung	Ausführende Muskeln
Dorsalextension	M. tibialis anterior M. extensor digitorum longus M. extensor hallucis longus
Plantarflexion	M. gastrocnemius M. soleus M. tibialis posterior M. flexor digitorum longus M. flexor hallucis longus

Tab. 3: Die Muskulatur des oberen Spunggelenks

2.1.3.4. Übersicht über die motorische Innervation der unteren Extremität

Nerv	Hüfte	Oberschenkel	Unterschenkel	Fuß
N. glut. sup.	M. tens. fasc. lat. M. glut. med. + M. glut. min.	—	—	—
N. glut. inf.	M. glut. max.	—	—	—
N. femoralis	M. iliopsoas	Extensoren	—	—
N. obturatorius	—	Adduktoren	—	—
N. tibialis	—	Flexoren mit Ausn. des Caput breve m. bicipitis N. per. comm.	Flexoren	Muskeln der Fußsohle
N. peronaeus sup.	—	—	Mm. fibulares	—
N. peronaeus prof.	—	—	Extensoren	Muskeln des Fußrückens

Tab. 4: Die motorische Innervation des Beines

2.1.4. Die physiologischen Achsenverhältnisse an der unteren Extremität

Die Angaben in der Literatur über die Achsen des Beinskeletts differieren geringfügig. Dies kommt unter anderem darin zum Ausdruck, daß gelegentlich ein Normalbereich oder ein Mittelwert angegeben wird.

2.1.4.1. Die Achsen der Horizontalebene

Die Femurantetorsion wird von Lanz/ Wachsmuth (32) mit ungefähr 14,6 Grad angegeben. Frick, Leonhardt und Starck (15) geben 12 Grad für die Antetorsion des Femurhalses gegenüber dem Femurschaft an. Müller (38) gibt unter Bezug auf Mikulicz, Le Damany, F. Lange und Pitzen bei einer Schwankungsbreite zwischen 4 - 20 Grad einen Durchschnittswert von 12 Grad an (s. Abb. 1).

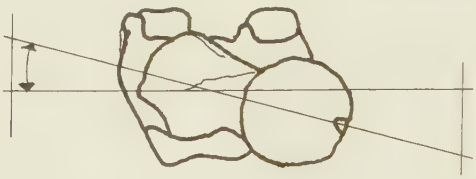


Abb. 1: Femurantetorsion

Die Tibiatorsion wird von Müller (38), Lanz-Wachsmuth (32) und Frick/ Leonhardt/ Starck (15) übereinstimmend mit 23 Grad beziffert. Auch hier findet sich der Hinweis auf große individuelle Schwankungen (s.Abb. 2).

Abb. 2: Tibiatorsion beim Erwachsenen

2.1.4.2. Die Achsen in der Sagittalebene

Die Retroversion des Tibiakopfes gibt Müller (38) mit 4 Grad an. Frick, Leonhardt, Starck (15) beschreiben einen Wert von 7 Grad für die Dorsalneigung des Tibiakopfes, während Fochem/ Klumaier (12) einen Winkel von 4 Grad als Normalwert angeben (s. Abb. 3).

Abb. 3: Retroversion der proximalen Tibiafläche

2.1.4.3. Die Achsen der Frontalebene

Zu den Axialwinkeln finden sich mit Abstand die meisten Angaben. Dies mag daran liegen, daß Fehlstellungen in dieser Ebene ziemlich offensichtlich sind und deutlicher als anderswo imponieren.
Den Winkel der Femurschaftachse zur Kniebasis (s. Abb. 4) geben Lanz/ Wachsmuth (32) mit 82 Grad, Frick/ Leonhardt/ Starck (15) mit 82 Grad, Müller (38) mit 81-82 Grad an.
Den Wert des nach lateral offenen Winkels zwischen Tibiaschaftachse und Kniebasis (s. Abb. 4) geben Lanz/ Wachsmuth (32) mit 93 Grad, Frick/ Leonhardt/ Starck (15) mit 93 Grad, Müller (38) mit 93 Grad, Fochem/ Klumaier (12) mit 93 Grad, Keats (26) mit 93 Grad und Oest (45) sowie Oest/ Sieberg (43) ebenfalls mit 93 Grad an.
Zum Winkel zwischen Tibiaschaftachse und Talushorizontalachse (s.Abb.5) machten lediglich drei Autoren Angaben: Müller (38) und Oest (45) geben diesen Winkel mit 87 Grad, Lanz/ Wachsmuth (32) dagegen mit 90 Grad an.

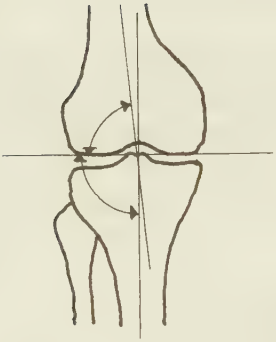


Abb. 4: Axialwinkel des Kniegelenks

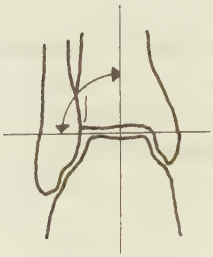


Abb. 5: Axialwinkel des oberen Sprunggelenks

2.2. Allgemeine Bemerkungen zur Durchführung von Korrekturosteotomien

2.2.1. Die röntgenologische Beinachsenbestimmung

Die im folgenden zitierten Autoren sind sich ausnahmslos darin einig, daß die Voraussetzung zur korrekten Operationsplanung in der Erstellung von Ganzaufnahmen beider Beine bei Belastung besteht (1, 13, 18, 38, 42, 43, 44, 45, 46, 49, 53, 54, 55, 56, 58, 64).

Bei Varusfehlstellung ermittelt Maquet (33) den Korrekturbetrag aus dem Winkel im Schnittpunkt zweier Geraden, von denen die eine den proximalen Anteil der mechanischen Tragachse darstellt, die andere der anatomischen Achse der Tibia entspricht. Bei Valgusdeformität ergibt eine Senkrechte aus dem Drehpunkt des Schenkelkopfes sowie eine Senkrechte aus der Mitte des oberen Sprunggelenks in die supracondyläre Region das Maß der Korrektur, das in beiden Fällen zeichnerisch ermittelt wird. Voraussetzung dieser Methode sind grundsätzliche biomechanische Überlegungen, die aus der Art der Fehlstellung den Ort der Osteotomie ableiten.

M.E. Müller (38) ermittelt das Ausmaß der Deformität durch den Vergleich der zeichnerisch bestimmten anatomischen Beinachsen mit der in

der Literatur angegebenen Normwerten.

K.-H. Müller (36, 37) verweist zunächst darauf, daß physiologischerweise die Kniebasis und die Talushorizontalachse parallel zueinander liegen. Dies ermöglicht die räumliche Zuordnung der Fehlstellung, so daß am Oberschenkel der Korrekturwinkel aus dem Schnittpunkt zwischen einer Geraden, die durch die Kniegelenksmitte und Hüftkopfmitte und einer Geraden, die durch Hüftkopfmitte und Sprunggelenksmitte zieht, ermittelt wird. Am Unterschenkel wird der Korrekturwinkel aus dem Schnittpunkt zwischen einer Linie von Hüftkopfmitte zur Mitte des oberen Sprunggelenks und der anatomischen Tibiaachse gebildet.

In seiner Arbeit "Die Achsenfehlstellung als präarthrotische Deformität für das Kniegelenk und die röntgenologische Beinachsenbeurteilung" beschreibt O. Oest (45) unter Hinweis auf Untersuchungen von Mikulicz, Pauwels und von Lanz, daß im Normalfall die mechanische Längsachse des Beines in der Frontalebene durch die Kniegelenksmitte verläuft. Aus dem Abstand der Traglinie von der Kniemitte läßt sich beim in Fehlstellung befindlichen Bein eine Einteilung vornehmen, die zum Beispiel bei der Indikationsstellung nützlich sein kann. Die Achsenabweichung wird durch Einzeichnen der jeweiligen anatomischen Schaftachsen und dem Vergleich mit Normalwerten ermittelt. Eine weitere Arbeit von O. Oest (44) erläutert, daß schon mäßige Beugung von 20 Grad im Kniegelenk bei entsprechender Drehung ein X- oder O-Bein vortäuschen können. Da die in dieser Arbeit angegebene Methode zur zeichnerischen Ermittlung des Korrekturbetrages einerseits Grundlage mehrerer retrospektiver Studien ist, sie andererseits nur in Worten schwer zu beschreiben ist, soll sie nachfolgend kurz wiedergegeben werden:

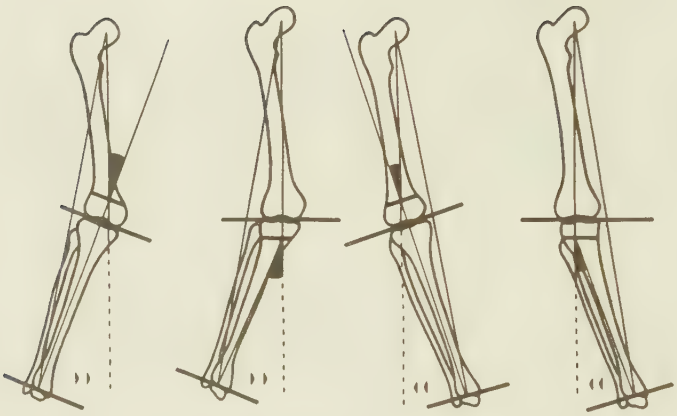


Abb. 6: Bestimmung des Korrekturwinkels nach Oest (44)

Oest und Sieberg (43) empfehlen zur Ermittlung von Fehlstellungen die bereits erwähnte zeichnerische Lösung durch Eintragen der anatomischen Schaftachsen und Einzeichnen von Kniebasis und Talushorizontalachse und anschließendem Vergleich mit Normwerten. Sie weisen darauf hin, daß die einfache a.p. liegend angefertigte Röntgenaufnahme den Anforderungen von exakt eingestellten, nicht gebeugten oder verdrehten Beinen kaum gerecht werden kann. Darüberhinaus gibt die liegend angefertigte Aufnahme keinen Funktionszustand wieder.

Zur Frage der Strahlenbelastung bei den geforderten Beinganzaufnahmen erwähnen Oest und Sieberg (43), daß bereits ab einer Gonadendosis von 10 rad beim Mann Fertilitätsstörungen auftreten können. Da bei einer Femuraufnahme eine Gonadendosis von 50 bis 3.500 mrad beim Mann und 20 bis 100 mrad bei der Frau erreicht werden können, wird auf die Wichtigkeit der Anwendung des Gonadenschutzes hingewiesen, mit dem sich die Strahlenbelastung der Gonaden auf ein Zehntel der ursprünglichen Menge herabsetzen läßt.

2.2.2. Indikationen zur Korrekturosteotomie

Zilch, Adlkofer, Groher und Friedebold (64) sehen als Hauptindikation zur Umstellung im Tibiakopfbereich die Abweichung der Tragachse um mehr als 1 cm von der Kniegelenksmitte. X- oder O-Fehler ohne Arthrose und ohne Beschwerden sollten erst ab Fehlstellungen von 10-15 Grad operativ angegangen werden. Dölle und Rudolph (10) empfehlen am Femurschaft Rotationsfehler von mehr als 15 Grad und Abweichungen in der Frontalebene von mehr als 10 Grad zu korrigieren. Trentz und Gotzen (57) operieren Fehlstellungen ab 5 Grad in Varus sowie ab 10 Grad in Valgus. In der Sagittalebene werden Abweichungen von mehr als 10 Grad als korrekturbedürftig bezeichnet. In einem Rundtischgespräch unter der Leitung von H. Rettig (49) kommen die Teilnehmer zu dem Schluß, daß in der a.p. Ebene ab 10 Grad beziehungsweise 5 Grad (Thiel) Achsenabweichung operiert werden sollte. Voraussetzung dabei ist, daß eine Beweglichkeit von mindestens 60-90 Grad im Kniegelenk besteht. Als Kontraindikationen werden starke praeoperative Bewegungseinschränkung, ausgeprägte Adipositas und schlechter Allgemeinzustand angegeben. Bei idiopathischen Fehlstellungen in Kniegelenksnähe wurden von K.H. Müller (37) Achsenabweichungen zwischen 8 und 30 Grad korrigiert. Posttraumatische Achsenfehler wurden ab 10 Grad Abweichung einer operativen Behandlung zugeführt. In seiner Arbeit "Korrekturosteotomien in der Behandlung der Kniegelenksarthrose" macht P. Maquet (32) keine Angaben über Winkelgrade, ab denen eine Korrektur in Frage kommt. Er betont jedoch, daß das Lebensalter keine Kontraindikation für Korrekturosteotomien darstellt. M.E. Müller (38) bezieht sich bei der Indikationsstellung zur Osteotomie im Kniegelenksbereich auf die Abweichung der Verbindungslinie Hüftkopf-Sprunggelenksmitte von der Kniegelenksmitte. Verläuft diese Linie durch das mediale Viertel des Kniegelenks bei Varusfehlstellung und sind Zeichen einer beginnenden Arthrose vorhanden, sollte operiert werden. Verläuft die genannte Linie medial vom Kniegelenk, so besteht auch ohne Zeichen einer Arthrose Operationsindikation. Bezüglich der Valgusstellung fehlen derartig eindeutige Bedingungen. Es wird für diesen Fall der Ratschlag erteilt, mit der Indikationsstellung zurückhaltender zu sein und das Auftreten von Beschwerden abzuwarten. Die

Indikation zur Korrekturoperation bei Achsenfehlern in der Sagittalebene wird vom Beschwerdebild und von funktionellen Störungen abhängig gemacht. Flexionsfehlstellungen des Knies von mehr als 25 Grad sollten jedoch behoben werden. Rotationsfehler im Femur sollten ab 25 Grad operativ beseitigt werden. Eine Innenrotationsfehlstellung von 15 Grad sowie eine Außenrotationsfehlstellung von 20 Grad am Unterschenkel sind korrekturbedürftig. Unter der Voraussetzung, daß keine schweren Substanzverluste an den knorpeligen Anteilen der Gelenkflächen bestehen, bezeichnet N. Haas (17) jede Achsenabweichung von mehr als 5 Grad, besonders in der Frontalebene, als korrekturbedürftig. Dolanc (9) gibt als wichtigstes Symptom zur Indikation für die Tibiakopfsoteotomie den Schmerz an. H. Wagner (59) sieht als Voraussetzung zur Korrektur im Kniegelenksbereich eine Streckhemmung von mehr als 5 Grad sowie eine Abweichung in der Frontalebene von mindestens 10 Grad. Er unterscheidet dabei zwischen der Frühoperation, die der Verhinderung der posttraumatischen Arthrose dienen soll, und der Spätkorrektur, die der Hemmung der Progredienz der Beschwerden, der Verbesserung der Funktion und der Verringerung der Instabilitäten dienen soll. Börner, Mockwitz und Küper (5) halten am Oberschenkel Achsenabweichungen in der Frontal- und Sagittalebene von mehr als 10 Grad, Drehfehler von mindestens 15 Grad, für operationswürdig. Am Unterschenkelschaft werden von diesen Autoren Varusfehler von mindestens 10 Grad, Valgusfehler von mindestens 15 Grad, Ante- beziehungsweise Recurvationsfehler ab 15 Grad, Innenrotationsfehler von mindestens 10 und Außenrotationsfehler ab 15 Grad operiert.

Vergleichbare Angaben für den Bereich der distalen Tibia und des oberen Sprunggelenks fanden sich nur spärlich. Meeder, Weller, Keller und Hansis (34) geben als Operationsindikation für Korrekturen an der distalen Tibia Varusfehler ab 5 Grad, Valgusfehler von 10-12 Grad, Innenrotationsfehler um 10 Grad, Außenrotationsfehler von 10-15 Grad sowie sagittale Abweichungen ab 15-20 Grad an. Weller und Knapp (62) empfehlen die Korrektur von Varus- und Valgusfehlern ab 10 Grad unter der Voraussetzung, daß keine wesentliche Sekundärarthrose besteht. Auch sie weisen auf den Unterschied und die veränderte Problematik zwischen Früh- und Spätkorrekturen hin. Muhr und Gotzen (42) empfehlen die korrigie-

rende Intervention bei Varusfehlern am Unterschenkel und oberen Sprunggelenk von 5 Grad im metaphysären und 10 Grad im diaphysären Bereich. Valgusfehler sollten ab 10 Grad Achsenabweichung im metaphysären und 15 Grad Achsenabweichung im diaphysären Bereich korrigiert werden. Außendrehfehler zwischen 10 und 15 Grad können kompensiert werden, darüberhinausgehende Abweichungen sollten operativ beseitigt werden. Innendrehfehler werden ab 10 Grad als korrekturbedürftig eingestuft. Die Behandlungsbedürftigkeit für Fehlstellungen der Sagittalebene besteht ab einer Abweichung von 10 Grad im sprunggelenksnahen Bereich und bei Abweichungen von über 20 Grad im Schaftbereich.

2.2.3. Die Technik der Korrekturosteotomien

Grundsätzlich gibt es zwei Möglichkeiten zur Korrektur einer Achsenfehlstellung an Röhrenknochen:

a) Beseitigung der Abweichung durch Einfügen eines Knochenspans auf der konkaven Seite der Fehlstellung (open wedge) (s. Abb. 7).
b) Beseitigung der Abweichung durch Herausnahme eines Keils auf der konvexen Seite der Fehlstellung (closed wedge) (s.Abb.8).

Abb. 7 : Open-wedge Technik

Abb. 8 : Closed-wedge Technik

Die dabei insbesondere bei größeren Korrekturwinkeln auftretende funktionelle Verlängerung der betroffenen Extremität sowie der Grad der notwendigen Korrektur in Abhängigkeit von der Osteotomiehöhe wurden von Harper und Canale (19) anschaulich dargestellt.

Die Fixierung der osteotomierten Knochenenden in der gewünschten Position ist auf verschiedene Weise möglich. Die älteste Methode, die besonders im Bereich spongiöser Knochen wie zum Beispiel supracondylär am Femur und im Tibiakopf benutzt wurde und zum Teil noch angewandt wird, ist die postoperative Fixation im Gipsverband für 6-8 Wochen. In dieser Weise verfahren zum Beispiel Tönnis (56) und Rosemeyer/ Pförringer (51). Die dabei meist durchgeführte klassische Pendelosteotomie hält Wagner (59) heute für technisch überholt. Die stabile Osteosynthese allein garantiere die exakte Ausführung der gewünschten Korrektur. Durch frühestmögliche postoperative funktionelle Übungsbehandlung der meistens vorgeschädigten Gelenke wird die Progredienz von Funktionseinbußen verhindert oder wenigstens verringert.

Zur Korrektur von Fehlstellungen im Bereich des supracondylären Femurs empfehlen Wagner (59) wie auch Müller (40) die Benutzung von Winkelplatten. Die Korrektur einer Varusfehlstellung erfolgt dabei durch Herausnahme eines Keils mit lateraler Basis und anschließender Fixie-

rung mit einer AO-Condylenplatte vom lateralen Zugang aus (s. Abb. 9a). Das Stehenlassen der Corticalis auf der Seite der Keilspitze verbessert dabei die Stabilität der Osteosynthese. Beim Vorgehen vom medialen Zugang aus gibt es einige wichtige Unterschiede: Zum einen ist wegen des Verlaufs der großen Gefäße und Nerven die Darstellung erschwert, zum anderen ist die Schmerzempfindung medialseitig am Oberschenkel viel stärker ausgeprägt als lateral, so daß die Prozedur für den Patienten postoperativ belastender ist und die notwendige frühe Übungsbehandlung möglicherweise erschwert. Außerdem empfiehlt sich hierbei die Benutzung einer Rechtwinkelplatte, die mit ihrer Kröpfung eine bessere Anpassung an die Anatomie des distalen medialen Femurcondylus gewährleistet und damit eine gleichmäßige Belastung der Kniegelenkanteile ermöglicht (s. Abb. 9b).

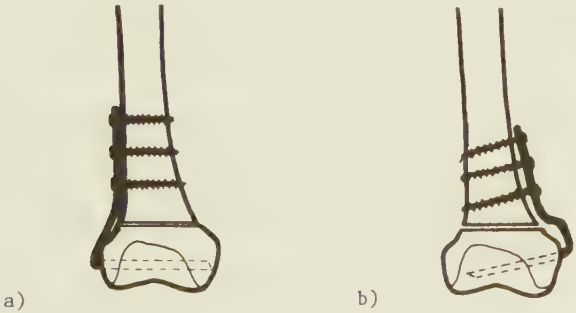


Abb. 9: Winkelplattenosteosynthese bei der supracondylären Femurosteotomie von lateral (a) und medial (b)

Wegen der genannten Nachteile, die der mediale Zugang mit sich bringt, soll nach Wagner auch bei der Korrrektur der Valgusfehlstellung mit Winkelplatten der laterale Zugang und als Material die Rechtwinkelplatte gewählt werden (57). In closed-wedge Technik wird dabei ein Keil mit medialer Basis resiziert (Abb. 10).

Abb. 10: Die supracondyläre Femurosteotomie einer Valgusfehlstellung vom lateralen Zugang mit der AO-Rechtwinkelplatte

Im Rahmen dieser Vorgehensweise lassen sich auch Achsenfehler in anderen Ebenen wie zum Beispiel Drehfehler oder Streckhemmungen durch Fehlstellungen in der Sagittalebene beseitigen.

Weitere Möglichkeiten zur osteosynthetischen Stabilisierung von Korrekturen im supracondylären Femurbereich und am Femurschaft bieten der Fixateur externe (33, 40) und der Verriegelungsnagel (5) sowie spezielle Klammern (20), die vornehmlich im angloamerikanischen Raum und in Skandinavien zur Anwendung kommen.

Für die Behandlung von monocondylären Fehlstellungen lassen sich allgemeingültige Hinweise nur schwer erstellen. Sie erfordern ein hohes Maß an Erfahrung, operativem Können und Improvisationsvermögen.

Das Hauptanwendungsgebiet der Tibiakopfumstellungsosteotomie ist, wie durch biomechanische Betrachtungen von Kummer (31) und Maquet (33) belegt wurde, die unilaterale Varusgonarthrose. Eine Möglichkeit zur Behandlung besteht in der closed-wedge Technik mit lateralem Zugang und Keilentnahme mit lateraler Basis (s. Abb. 11). Die Fixierung dieser Methode ist möglich durch den Fixateur externe (59, 39, 64, 28, 33) und durch AO-T-Platten (27, 38, 41, 54).Mit der Klingenplatte schufen Giebel und Tscherne (16) eine neuartige Möglichkeit zur Versorgung von

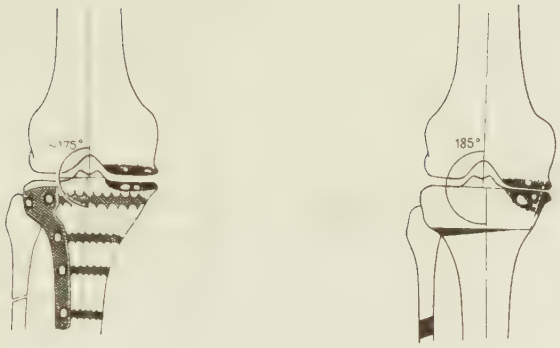


Abb. 11: Mediale Gonarthrose bei genu varum, hier mit AO-T-Platte versorgt

Korrekturosteotomien am Schienbeinkopf, wobei zu erwähnen ist, daß für diese Methode eine entsprechend präparierte Drittelrohrplatte Pate stand.

Bis auf geringe Rotationskorrekturen ist bei allen anderen Umstellungen am Tibiakopf die Schrägosteotomie der Fibula am Übergang vom proximalen zum distalen Drittel obligat. Bei der Korrektur einer Valgusfehlstellung ist darüberhinaus zu beachten, daß es durch die funktionelle Verlängerung der Extremität, die sich besonders an der Außenseite des Unterschenkels auswirkt, zu einer erhöhten Spannung der lateralen Faszie kommen kann, was wiederum zu einer Schädigung des darunterliegenden N. peronaeus führen kann. Eine Möglichkeit zur Beseitigung von Achsenfehlern ohne die Einbringung vom Fremdmaterial bietet die intraligamentäre Anhebungsosteotomie (s. Abb. 12). Dabei wird innerhalb der Ansätze der Ligg. collateralia tibiale beziehungsweise fibularis ensprechend der Fehlstellung ein Knochenspan in den Tibiakopf eingebolzt, der so die Fehlstellung und gleichzeitig die infolge der Fehlstellung bestehende relative Bandinsuffizienz beseitigt. Die Eleganz dieser Methode besteht unter anderem darin, daß eine spätere erneute Operation zur Materialentfernung unnötig ist.

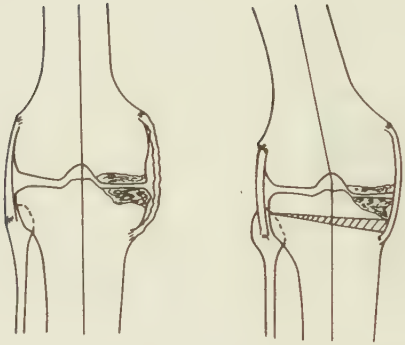


Abb. 12: Intraligamentäre Anhebungsosteotomie bei Genu varum

Eine Fehlstellung im diaphysären Bereich der Tibia wird in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Frankfurt (5) mit der Methode der Verriegelungsnagelung beseitigt. Wagner (59), der diese Methode nicht erwähnt, empfiehlt dagegen entweder die lange Schrägosteotomie oder eine stufenförmige Osteotomie, die beide durch Plattenosteosynthesen stabilisiert werden. Dabei ist zu beachten, daß bei den kurzen Osteotomien Spongiosa angelagert werden sollte, um nicht wegen der geringen osteoplastischen Potenz des Knochens in diesem Bereich, verlängerte Heilungsraten oder sogar pseudarthrotische Fehlheilungen zu riskieren.

Für die supramalleolären Umstellungsosteotomien, die entweder als Aufklapposteotomie (open wedge) oder als sogenannte Keilosteotomie (closed wedge) durchgeführt werden können, benutzen Wagner (59) die AO-Drittelrohrplatte oder die Kleeblattplatte, Weber (61) eine speziell präparierte Drittelrohrplatte und laut Weber (61) Allgöwer die DCP sowie Müller den Fixateur externe. Dabei warnt Weber (61) davor, die einen Längenausgleich verursachende open-wedge Technik beim Erwachsenen zu benutzen, da dies durch Weichteildehnung oft zu Innervationsstörungen am Fuß führen soll. Wagner betont außerdem, daß autologe Spongiosaspäne

in den Osteotomiespalt eingelegt werden sollen, und daß bei fast allen supramalleolären Osteotomien zur Vermeidung von unphysiologischen Belastungen von Malleolengabel beziehungsweise Syndesmose die Fibula osteotomiert werden sollte. Für die supramalleoläre valgisierende Osteotomie beim Erwachsenen weist B.G. Weber (61) darauf hin, daß die Corticalis der Tibia auf der Seite der Keilspitze unversehrt bleibt, die Osteotomie demzufolge inkomplett ist, was die Stabilität der Osteosynthese durch Zuggurtungswirkung erhöht. Fehlstellungen des oberen Sprunggelenks entstehen fast ausschließlich durch fehlverheilte Frakturen mit Verkürzung (Valgusfehler) oder selten durch Verlängerung (Varusfehler) der Fibula. Klinisch imponiert dabei weniger der Achsenfehler der Fibula als vielmehr die Inkongruenz des OSG (s. Abb. 13). Daraus ergibt sich, daß die Therapie dieser Fehlstellungen in der operativen Beseitigung der jeweiligen Ursache besteht. Einzelheiten der operativen Technik sind bei. B.G. Weber (60) und Weller et. al. (62) nachzulesen. Beide Autoren fixieren die durchgeführte Osteotomie mit AO-Platten.

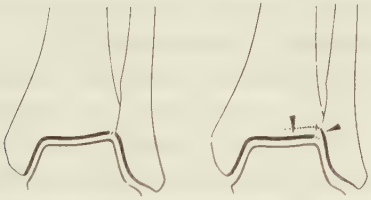


Abb. 13: Gelenkinkongruenz nach fehlverheilter Sprunggelenksfraktur

2.2.4. Besonderheiten in der Ätiologie posttraumatischer kindlicher Fehlstellungen

Posttraumatische Fehlstellungen sind bei Kindern zwar eher selten (6), da im Gegensatz zu Erwachsenen die Regenerationsfähigkeit des noch

wachsenden Skeletts und damit auch die Korrekturfähigkeit gegenüber Erwachsenen deutlich erhöht ist. Andererseits bedingt das nicht abgeschlossene Knochenwachstum Besonderheiten in der Pathogenese und Therapie von Fehlstellungen die interessant und wichtig sind.
Nach Brunner (6) ist die weitaus häufigste Ursache einer posttraumatischen Fehlstellung bei Kindern die mangelhafte oder unkorrekt durchgeführte Repostion einer Schaftfraktur. Bei dieser Frakturlokalisation kommt es zur Unterbrechung der endostalen Zirkulation, die nun die Bildung eines Kollateralkreislaufs und damit eine vermehrte Durchblutung im Meta- und Epiphysenbereich zur Folge hat, so daß eine Stimulation des Epiphysenwachstums bewirkt wird (4, 24, 6). Das daraus resultierende Mehrwachstum hält solange an, wie der Markraum verschlossen bleibt und Um- oder Abbauvorgänge am Schaft stattfinden (6). Diese Längenzunahmen, die bei der Reposition von Frakturen im Schaftbereich von vornherein berücksichtigt werden sollten, können im Einzelfall bis zu 2.5 cm betragen.

Verletzungen, die direkt die Gefäßversorung der Epiphyse unterbrechen und damit zur Nekrose des Stratum germinativum, der Zone der Zellproliferation der Wachstumsfuge, führen, sind überwiegend mit einer schlechten Prognose behaftet. Eine Fehlstellung läßt sich in diesen Fällen - wenn überhaupt - nur durch rascheste Wiederherstellung der Zirkulation vermeiden.
Mehrere Autoren (6, 4, 30) weisen darauf hin, daß dieser Mechanismus für kindliche Achsenfehler ein Prädilektionsalter aufweist, das entweder in der Pubertät oder präpubertär liegt. Eine Fehlstellung kann sich auch dann manifestieren, wenn das eigentliche Trauma schon Jahre zurückliegt und die geschädigte Fuge den pubertären Wachstumsschub nicht mitvollzieht, so daß entweder fehlendes Längenwachstum oder eine andere Achsenabweichung resultiert. Als spezielle Art der Durchblutungsstörung wird von Brunner (6) das intraarticuläre "Kompartmentsyndrom" angeführt. Dabei führt eine intraarticuläre Blutung bei einer Fraktur in die meist noch straffe kindliche Gelenkkapsel zur venösen Stase mit nachfolgendem sekundären Verschluß der die Epiphyse versorgenden Arterien bzw. Arteriolen. Dies kann im Extremfall zur Nekrose des ange-

schlossenen Versorgungsgebietes führen, wie es vor allem bei Femurkopfnekrosen nach Schenkelhalsfrakturen bekannt ist.

Frakturen der Epiphysenfuge selbst können durch vaskuläre Erschließung einer longitudinalen Wachstumsfugenunterbrechung mit nachfolgender Verknöcherung zum Achsenfehler führen. Dieser Brückencallus, der auch durch in den Bruchspalt eingeschlagenes Periost oder Anteile des Kapselbandapparates entstehen kann, wirkt dabei im Sinne einer lokalen Epiphyseodese. Die Fehlstellung, die sich zum Beispiel nach Verlust der Epiphysenfuge bei drittgradig offenen Frakturen, bei Infektionen, oder nach falsch eingesetzten Extensionsnägeln einstellt, ist die Folge lokalen Minderwachstums der Epiphysenfuge.

Auch in dieser Gruppe von möglichen Ursachen für posttraumatische kindliche Fehlstellungen gibt es einen Sonderfall. Es ist dies die sogenannte "Crush"-Verletzung der Epiphysenfuge, bei der durch Scher- und Reibekräfte, die entweder als Unfallfolge oder aber bei ausgedehnten Repositionsversuchen auftreten, die Knorpelzellen direkt irreversibel geschädigt werden. Prädilektionsort dieser Schädigung ist die distale Femurepiphyse (6), die am Längenwachstum der unteren Extremität einen erheblichen Anteil hat (4), so daß eine mögliche Manifestation hier zu deutlichen Fehlern führen könnte.

Als letzten für die Entstehung posttraumatischer Fehlstellungen bei Kindern bedeutsamen Pathomechanismus beschreibt Brunner (6) die spezielle Kombination einer Weichteilverletzung mit einer proximalen metaphysären Fraktur der Tibia, bei der es durch den Abriß des Pes anserinus zur Unterbrechung dessen Zügelfunktion medialseitig kommt, während lateral der Tractus iliotibialis intakt ist. Die hieraus resultierende Achsenabweichung wird auch von anderen Autoren (14, 24) beschrieben, während über die Ätiologie dieser Fehlstellung unterschiedliche Vorstellungen herrschen. Insbesondere Jungbluth (24) hält andere pathophysiologische Vorgänge für wahrscheinlicher:

a) Die Periostverletzung im Bereich des Pes anserinus führt über eine damit verbundene reaktive Hyperämie zu einer Wachstumsstimulation im medialen Anteil der Tibiaepiphyse, die eine asymmetrische Steigerung des Längenwachstums verursacht.

b) Der intakte Tractus iliotibialis stellt mit seinem distalen Anteil eine statische Kraft dar, die von der stimulierten Wachstumsfuge nicht überwunden werden kann, so daß er als "Wachstumsbremse" wirkt.

Da die Diskussion diesbezüglich zur Zeit noch im Gange ist, muß eine endgültige Klärung abgewartet werden.

Zusammenfassend läßt sich also sagen, daß für die Entstehung posttraumatischer Fehlstellungen beim Kind zunächst unterschieden werden muß zwischen Verletzungen im und außerhalb des Bereiches der Epiphysenfugen.
Auslösend für den Achsenfehler können sein:

a) Stimulation des Längenwachstums infolge vermehrter Durchblutung der Epiphysenfuge (eingebrachtes Osteosynthesematerial, Pseudarthrosen, verzögerte Bruchheilung, infektiöse Prozesse ohne Zerstörung der Wachstumsfuge (24).

b) Minderung des Längenwachstums (ischaemische Nekrose des Stratum germinativum als Extremfall gefäßbedingter Schäden, Brückencallus mit vorzeitiger partieller Verknöcherung der Wachstumsfuge, Crush-Verletzung, Infektion mit direkter Zerstörung der Wachstumsfuge).

Betreffen die angefuhrten Ursachen die gesamte Epiphysenfuge, so ergeben sich Achsenfehler in der Horizontalebene. Wird die Epiphysenfuge einseitig betroffen, so ergeben sich Achsenfehler in der Frontal- oder Sagittalebene.
Mit Brunner (6) sind Betz/ Schweiberer (4) der Auffassung, daß vermehrtes Längenwachstum infolge traumatisch bedingter Stimulation der Wachstumsfuge als häufigste Ursache für kindliche Fehlstellungen anzusehen ist. In der Häufigkeit von traumatisch bedingten Epiphysenfugenverletzungen steht die distale Tibiaepiphyse bezogen auf den gesamten Körper mit 20% an 2. Stelle (4). Brunner (6) und Kujat (30) weisen darauf hin, daß gehäuft Rotationsfehler iatrogen dadurch entstehen, daß distale Tibiafrakturen in unphysiologischer Stellung eingegipst oder osteo-

synthetisch versorgt werden.
Die spontane Korrekturfähigkeit des noch wachsenden Skeletts ist in ihrem Ausmaß zunächst altersabhängig (4). Darüberhinhaus werden nicht alle Fehlstellungen in gleichem Ausmaß durch biologische Vorgänge korrigiert. An der unteren Extremität werden Torsionsfehler nur in sehr engen Grenzen, Längenfehler dagegen oft viel besser korrigiert. Am besten gleicht sich die Varusfehlstellung aus, weniger gut die Ante- und die Rekurvation. Die Valgusfehlstellung hat von allen die geringste Tendenz zur spontanen Korrektur (6). Bestehen kombinierte Achsenfehler, so reduziert sich die Korrekturtendenz zusätzlich.

Die Besonderheiten der Therapie kindlicher posttraumatischer Fehlstellungen ergeben sich hauptsächlich bei der Behandlung von Rotationsfehlern und von Längenabweichungen, da Achsenabweichungen in der Frontal- und Sagittalebene, sofern sie vor Wachstumsabschluß einer Therapie bedürfen, im Prinzip mit den gleichen Mitteln wie bei Erwachsenen behandelt werden. Für die Verlängerung der unteren Extremität stellt Brunner (7) als konservative Methode die konsequente Anwendung eines Lammfellschlafsackes an der zu kurzen Extremität während der Nacht vor. Damit lassen sich Verlängerungen bis zu 1.5 cm erreichen.
Größere Differenzen bei Mehrwachstum empfiehlt Brunner (7) durch eine Epiphyseodese in der Technik nach Phemister auszugleichen. Die hierdurch erreichte Beendigung des Wachstums ist allerdings endgültig, so daß praeoperativ über ein bis zwei Jahre genaue Längenmessungen und Knochenalterbestimmungen notwendig werden.
Wird eine Verkürzungsosteotomie notwendig, so sollte diese intertrochantär durchgeführt werden, weil diese Methode nur wenig Komplikationen aufweist (7). Verlängerungsosteotomien wurden von Wagner standardisiert und sollten, falls notwendig, im Alter von 14 bis 18 Jahren durchgeführt werden.
Von Kujat et. al. (30) wird ein Verfahren angeführt, das die Entblokkung einer partiell verknöcherten Epiphyse zum Ziel hat. Inwieweit diese relativ neue Methode sich bewährt muß jedoch zunächst abgewartet werden.

Zur Behandlung von Rotationsfehlern bei Kindern im Alter von 4 bis 10 Jahren empfiehlt Brunner (7) die Schilf-Osteotomie nach Nicholsen. Im Unterschied zur Behandlung dieser Fehlstellung bei Erwachsenen wird die Osteotomie bei Kindern nur inkomplett ausgeführt. Nach dem Einstellen des gewünschten Korrekturergebnisses erfolgt dann die Fixation im Oberschenkelgehgipsverband. Eine Osteosynthese erübrigt sich somit.

3. Spezieller Teil

3.1. Vorbemerkungen

3.1.1. Patienten

Nachuntersucht wurden Patienten, bei denen zwischen 1975 und 1982 in der Abteilung für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie des Klinikum Steglitz der Freien Universität Berlin eine Korrekturosteotomie an der unteren Extremität vorgenommen wurde. Fehlstellungen des Hüftgelenks wurden in dieser Arbeit nicht berücksichtigt, weil sie Thema einer parallel zu der vorliegenden Doktorarbeit waren. Es wurden Achsenabweichungen in der Frontal-, Sagittal- und in der Horizontalebene erfaßt.
Die betroffenen Patienten wurden zu etwa zwei Dritteln aus anonymisierten Datenbanken des Klinikum Steglitz, zu einem Drittel aus den entsprechenden OP-Büchern der Abteilung für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie des Klinikum Steglitz ermittelt. Da ein geringer Teil der versandten Einladungen zur Nachuntersuchung an alte Adressen ging, mußte in diesen Fällen mit Hilfe des Berliner Einwohnermeldeamtes der aktuelle Wohnort ermittelt werden. Dabei stellte sich heraus, daß in der Zwischenzeit ein Patient verstorben war, während fünf andere Patienten in die BRD verzogen waren, so daß in diesen Fällen eine Nachuntersuchung unmöglich war. Dies war auch bei sieben weiteren Patienten der Fall, die allesamt aus dem Ausland stammten und nach der Operation sofort dorthin zurückkehrten, oder, wie in drei Fällen, in West-Berlin oder der BRD keine ladungsfähige Adresse hatten.

3.1.2. Methodik

Um die einzelnen Befunde zu erfassen, wurde für jeden betroffenen Patienten ein Dokumentationsbogen angelegt, in den zunächst allgemeine Daten wie Name, Alter, Gewicht usw. eingetragen wurden. Bei den posttraumatischen Fällen wurde die spezielle Unfallursache vermerkt. Außer-

dem wurde in diesen Fällen Frakturtyp und Frakturstatus sowie Art und Ort der Primärversorgung festgehalten.
An klinischen Fakten dokumentiert werden konnten die Anzahl der Korrekturen pro Patient, die Korrekturwinkel in den verschiedenen Ebenen, das verwendete Material, Dauer des stationären Aufenthaltes zur Korrektur beziehungsweise zur Materialentfernung, der Zeitraum zwischen Operation und Materialentfernung, der Zeitraum nach dem die Arbeitsfähigkeit wiedererlangt wurde, der Beruf, ob Umschulungen notwendig waren, ob und falls ja, welche Komplikationen auftraten, in welchem Umfang eine Nachuntersuchung durchgeführt werden konnte und in welchem Jahr die Operation durchgeführt wurde.
Der postoperative klinische Befund bei Nachuntersuchung wurde zunächst anhand der Neutral-Null-Methode mit den dafür erhältlichen fertigen Bögen erfaßt. Im Dokumentationsbogen wurden dann zusätzlich Gangbild, Gehstrecke und die Schmerzsymptomatik festgehalten. Dabei wurden die Patienten aufgefordert, retrospektiv die Schmerzen, die sie vor der Umstellungsosteotomie und danach hatten, auf einer Skala von null bis sechs (null = keine Schmerzen, sechs = starke Schmerzen) zu markieren.
Schließlich wurden die Patienten aufgefordert, die folgenden drei Fragen zu beantworten:

Frage 1 : Würden Sie die selbe Behandlung noch einmal an sich vornehmen lassen ?
Frage 2 : Würden Sie die Behandlungsmethode an Freunde oder Bekannte empfehlen?
Frage 3 : Sind Sie mit dem Ergebnis der Behandlung zufrieden?

Bezüglich der Röntgenaufnahmen wurde aus prae-, postoperativen und den Bildern bei Nachuntersuchung ein Verlauf erstellt und nach Achsenstellung und Arthrosezeichen beurteilt. Abgesehen von dem Umstand, daß nicht in jedem Fall Beinganzaufnahmen prä- und postoperativ vorhanden waren, war es auch nicht möglich, bei den Nachuntersuchungen solche Aufnahmen herzustellen, so daß lediglich die betroffenen Gelenke mit den gelenkbildenden Anteilen der dazugehörigen langen Röhrenknochen zur

Abbildung kamen. Um so sorgfältiger wurde daher bei der Ermittlung der Schaftachsen und der entsprechenden Winkel verfahren, wobei die von Oest und Sieberg (43) beschriebene Methode zur Anwendung kam.

Zusätzlich erschwert wurde die Achsenbestimmung in den Fällen, in denen die Röntgenaufnahmen zum Zwecke der raumsparenden Archivierung mikroverfilmt worden waren, wie es im Klinikum Steglitz nach einem Jahr üblich ist. Zwar lassen sich diese Mikrofilme in entsprechenden Geräten auf Bildschirmen vergrößern, jedoch lassen sich die Beinachsen in der angegebenen Weise so nicht bestimmen. Als Ausweg wurden in solchen Fällen Vergrößerungen im Format 13 x 18 cm hergestellt, mit denen dann in beschriebener Weise verfahren wurde. Auf den Röntgenbildern wurden die Markierungen und Striche mit einem 0.5 mm starken Druckbleistift ausgeführt, auf den Fotos mußte ein gleich starker Feinfaserstift benutzt werden.

Die auf diese Weise bestimmten Beinachsen wurden dann rein rechnerisch auf "Normalwerte" bezogen, die aus den in der Literatur gefundenen Werten ausgewählt wurden. Für den Winkel aus Femurschaftachse und Kniebasislinie wurde nach Keats et al. (26) 81 Grad, für den Winkel aus Tibiaschaftachse und Kniebasislinie nach Lanz/ Wachsmuth (32), Leonhardt/ Starck (15), Müller (38), Fochem/ Klumaier (12) Keats et al. (26), Oest (45), sowie Oest/ Sieberg (43) 93 Grad als Normalwert bestimmt. Der Normalwert des Winkels zwischen Tibiaschaftachse und Talushorizontalachse wurde nach Lanz/ Wachsmuth (32) mit 90 Grad angenommen, die Retroversion des Tibiaplateaus nach Frick/ Leonhardt/ Starck (15) mit 7 Grad.

Anhand dieser absoluten Richtwerte war es möglich, Achsenabweichungen zu erkennen und Verläufe zu beschreiben, ohne damit gleichzeitig eine klinische Wertung zu verbinden.

Die im Röntgenbild erkennbaren Arthrosezeichen wurden ebenfalls im Verlauf notiert. Für das Kniegelenk wurde dabei die Einteilung der Kniegelenksarthrose von Jonasch (23) benutzt. Am Sprunggelenk wurde die Klassifizierung der Arthrose nach Bargon (3) benutzt. Es muß in diesem Zusammenhang erwähnt werden, daß die Qualität der rückvergrößerten mikroverfilmten Röntgenaufnahmen zum Teil schon auf dem Sichtgerät so ungenügend war, daß es überwiegend unmöglich war, Aussagen über die

gelegentlich recht diskreten arthrotischen Veränderungen am oberen Sprunggelenk zu machen, was natürlich in gleichem Maße für die davon angefertigten Fotovergrößerungen gilt.
Patienten, die nicht zur Nachuntersuchung erscheinen konnten und deren Wohnort bekannt war, wurde ein Fragebogen zugeschickt. Damit wurde analog zum Dokumentationsbogen die Genese und Vorbehandlung sowie das Gangbild, die Gehstrecke, die Schmerzsymptomatik und die sportliche Aktivität vor der Umstellung und bei Nachuntersuchung erfragt. Außerdem wurde nach Dauer der Arbeitsunfähigkeit, ob eine Umschulung erfolgt war und mittels der oben genannten drei Fragen nach der subjektiven Einschätzung der Patienten gegenüber der Behandlungsmethode und deren Ergebnis gefragt.
Eine abschließende Einordnung der Ergebnisse anhand eines Bewertungsschemas wurde bewußt unterlassen, da bereits ein Spektrum an unterschiedlichen Bewertungsschemen existierte, die allesamt nicht miteinander vergleichbar waren (5, 11, 36, 37, 41, 54). Auch ein eigenes neu entworfenes Bewertungsschema hätte daran nichts geändert und nicht mehr Übersicht und Klarheit gebracht, als eine differenzierte, anschauliche Darstellung von Einzelbefunden beziehungsweise deren Verläufen und einer sich daran anschließenden kritischen Würdigung.

3.2. Ergebnisse

3.2.1. Gesamtübersicht der allgemeinen Daten

3.2.1.1. Anzahl der Patienten und der Korrekturen

In den Jahren 1975-1982 wurden in der Abteilung für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie des Klinikum Steglitz der Freien Universität Berlin mit den unter Punkt 3.1.1. genannten Einschränkungen bei 67 Patienten 73 Korrekturosteotomien an der unteren Extremität - außerhalb des Hüftgelenks - durchgeführt. Im einzelnen waren dies am Femurschaft bei 2 Patienten 2 Korrekturen, supracondylär am Femur bei 28 Patienten 33 Korrekturen, im Tibiakopfbereich bei 20 Patienten 21 Korrekturen, am

Tibiaschaft bei 4 Patienten 4 Korrekturen, im supramalleolären Bereich der Tibia bei 5 Patienten 5 Korrekturen und am oberen Sprunggelenk bei 8 Patienten 8 Korrekturen (s. Tab. 5). Folglich wurde bei 5 Patienten supracondylär am Femur und bei 1 Patienten am Tibiakopf eine doppelseitige Korrekturosteotomie durchgeführt.

Lokalisation	Patienten (n)	Korrekturen (n)
Femurschaft	2	2
Fem. suprac.	28	33
Tibiakopf	20	21
Tibiaschaft	4	4
Ti. supramall.	5	5
OSG	8	8
Gesamt	67	3

Tab. 5: Anzahl der Patienten und Korrekturen

3.2.1.2. Verteilung nach Geschlecht

Wie Tabelle 6 ausweist, überwogen im untersuchten Krankengut insgesamt 39 Patientinnen 28 Patienten. Lediglich bei den Tibiakopfumstellungen war mit 12 männlichen gegenüber 8 weiblichen Behandelten dieses Verhältnis umgekehrt, während das Überwiegen der Frauen im Patientengut hauptsächlich aus der Mehrzahl der Frauen bei den ausgeführten Umstellungen am supracondylären Femur resultierte. Hier war das Verhältnis weiblich zu männlich 18 zu 12.

Lokalisation	männlich (n)	weiblich (n)
Femurschaft	-	2
Fem. suprac.	10	18
Tibiakopf	12	8
Tibiaschaft	1	3
Ti. supramall.	2	3
OSG	3	5
Gesamt	28	39

Tab. 6: Geschlechtsverteilung

3.2.1.3. Altersverteilung

Bei der Aufschlüsselung nach Lebensalter zum Zeitpunkt der Operation ergab sich eine Gruppe mit sehr jungem, eine mit mittlerem und eine mit eher älterem Durchschnittsalter. Die erste Gruppe wurde von lediglich zwei Patienten mit Femurschaftosteotomien gebildet, die ein Durchschnittsalter von 13.5 Jahren aufwiesen. Die zweite Gruppe formierte sich aus Patienten mit Tibiaschaftosteotomien mit einem Durchschnittsalter von 26.2 Jahren, aus Patienten mit Korrekturen am oberen Sprunggelenk mit durchschnittlichem Alter von 29.9 Jahren und aus Patienten mit Osteotomien im supramalleolären Bereich der Tibia, bei denen ein Durchschnittsalter von 34.8 Jahren errechnet wurde. Eine dritte Gruppe wurde gebildet von den Patienten mit kniegelenksnahen Umstellungen, also den supracondylären Femur- und den Tibiakopfosteotomien. Bei ersterer betrug das Durchschnittsalter 45.2, bei letzterer 49.5 Jahre. In der dritten Gruppe waren auch die größten Schwankungsbreiten hinsichtlich der Altersverteilung zu verzeichnen. Diese lag bei den Femurosteotomien bei einem oberen Wert von 73 und einem unteren von 17, bei den Tibiakopfumstellungen bei einem oberen Wert von 79 und einem unteren

von 21 Jahren (s. Tab. 7).

Lokalisation	n	$\bar{x}$	max.	min.
Femurschaft	2	13.5	19	8
Fem. suprac.	28	45.2	73	17
Tibiakopf	20	49.5	79	21
Tibiaschaft	4	26.2	28	24
Ti. supramall.	5	34.8	52	22
OSG	8	29.9	45	5
Gesamt	67	41.8	49.3	16.2

Tab. 7: Altersverteilung

3.2.1.4. Behandlungsursache

Die für die Gesamtzahl der Patienten durchgeführte Einteilung nach der Behandlungsursache in die Kategorien "idiopathisch", "posttraumatisch" und "andere", zeigte mit 46 posttraumatischen von insgesamt 67 Fällen ein deutliches Überwiegen dieser Behandlungsursache für alle Lokalisationen. Idiopathische Fehlstellungen zeigten sich vor allem am supracondylären Femur (9 Fälle) und am Tibiakopf (3 Fälle). Bei den übrigen Lokalisationen wurden keine Fehlstellungen korrigiert, die idiopathisch bedingt waren.

Unter die Kategorie "andere" fielen supracondylär am Femur zwei Fehlstellungen infolge rheumatischer Grunderkrankung, dreimal lag eine angeborene Fehlstellung vor, einmal erfolgte das Fehlwachstum bei einer Exostosenkrankheit und in einem weiteren Fall war die Achsenfehlstellung das Ergebnis der Implantation einer Totalendoprothese der Hüfte. Am Tibiakopf resultierte in einem Fall ein Achsenfehler aus einem nicht näher bezeichneten Tumor, während bei einer Patientin ein Osteoid-Osteom am Übergang des mittleren zum distalen Drittel der Tibia Grund für die langwierige Behandlung war.

Eine Osteomyelitis unklarer Genese im Jugendalter verursachte schließlich den neunten Fall einer Fehlstellung in der Rubrik "andere". Eine Übersicht findet sich in Tabelle 8.

Lokalisation	gesamt	idiopathisch	posttraumatisch	andere
Femurschaft	2	-	2	-
Fem. suprac.	28	9	13	6
Tibiakopf	20	3	16	1
Tibiaschaft	4	-	3	1
Ti. supramall.	5	-	4	1
OSG	8	-	8	-
Gesamt	67	12	46	9

Tab. 8: Behandlungsursachen

3.2.1.5. Anzahl und Ausmaß der Nachuntersuchungen

Von 67 angeschriebenen Patienten erschienen 39 zu einer Nachuntersuchung. Eine unter dem Durchschnitt liegende Anzahl von Nachuntersuchungen ergab sich in geringem Ausmaß bei den Korrekturen am Femurschaft, wo von zwei Patienten nur einer nachuntersucht werden konnte. Eine deutlichere Abweichung fand sich dagegen in der Gruppe der Korrekturen am OSG, wo von 8 operierten Patienten nur 3 zur Nachuntersuchung kamen. Von den 5 nicht Nachuntersuchten in dieser Gruppe waren drei Ausländer ohne einen Wohnsitz in West-Berlin oder der BRD, und 2 Deutsche, einer mit Wohnsitz in Westdeutschland, die nach verstrichenem Nachuntersuchungstermin auch den zugesandten Fragebogen nicht beantworteten.

Von den übrigen 15 Patienten ohne Nachuntersuchung (9 Patienten bei den supracondylären Femurosteotomien, 5 Patienten bei den Tibiakopfumstellungen und 1 Patient bei den Femurschaftsosteotomien) waren 8 Patienten

mit ständigem Aufenthalt im Ausland, 2 Patienten verweigerten eine Nachuntersuchung, 4 Patienten reagierten nicht auf Einladungen und ein Patient war, wie erwähnt, bereits verstorben.

Acht Patienten beantworteten einen Fragebogen. Eine Nachuntersuchung dieser Patienten war in sechs Fällen unmöglich, da diese Patienten in der BRD wohnten, während 2 Patienten mit Wohnsitz in Berlin-West angaben, aus Zeitgründen verhindert zu sein.

Lokalisation	gesamt	Nachuntersuchung				Fragebogen
	(n)	mit Rö.	ohne Rö.	NU-gesamt	ohne NU	
Femurschaft	2	1	-	1	1	-
Fem. suprac.	28	13	3	16	9	3
Tibiakopf	20	10	3	13	5	2
Tibiaschaft	4	3	-	3	-	1
Ti. supramall.	5	2	1	3	-	2
OSG	8	2	1	3	5	-
Gesamt	67	31	8	39	20	8

Tab. 9: Anzahl und Ausmaß der Nachuntersuchung

In 8 Fällen wurde während der Nachuntersuchung keine Röntgenaufnahme angefertigt. Eine Patientin war wegen eines Mammakarzinoms strahlentherapiert worden und lehnte eine weitere Strahlenbelastung ab, die andere war als Anaesthesistin berufsbedingt bereits erhöht strahlenexponiert und bat wegen der relativen Indikation auf die geplanten Aufnahmen zu verzichten. Die übrigen 6 Patienten brachten aktuelle Aufnahmen zur Untersuchung mit, so daß hier zusätzliche Aufnahmen unnötig waren (s. Tab. 9).

3.2.1.6. Abstand OP - Nachuntersuchung

Für die nachuntersuchten Patienten ergab sich bei den Femurschaftosteotomien (28), den supracondylären Femurosteotomien (27.5) und den Tibiakopfkorrekturen (31.1) eine Gruppe von Zeiträumen zwischen OP und Nachuntersuchungen, die mit etwa 30 Monaten, also 2.5 Jahren, ein eher kurzfristiges Intervall aufwiesen.
Demgegenüber lagen die Durchschnittswerte der Tibiaschaftosteotomien (52 Monate), der supramalleolären Tibiaosteotomien (51.3 Monate) und der Korrekturen am oberen Sprunggelenk (65.3 Monate) bei etwas über 4

Lokalisation	n	max.	min.	$\bar{x}$
Femurschaft	1	28	28	28
Fem. suprac.	16	78	7	27.5
Tibiakopf	13	84	14	31.1
Tibiaschaft	3	91	12	52
Ti. supramall.	3	75	31	51.3
OSG	3	88	44	65.3
Gesamt	39	74	22.6	35.3

Tab. 10: Abstand OP - Nachuntersuchung

beziehungsweise am oberen Sprunggelenk bei knapp 5.5 Jahren und somit eher im mittelfristigen Bereich.
Wie die Tabelle 10 zeigt, gibt es innerhalb der einzelnen Lokalisationen jedoch zum Teil erhebliche Schwankungsbreiten.

3.2.1.7. Seitenverteilung

Bei der Aufschlüsselung der gesamten durchgeführten Korrekturen nach der betroffenen Seite zeigte sich lediglich bei den supracondylären

Femurosteotomien mit 5 Fällen ein Überwiegen der rechten Seite.
In den restlichen Gruppen ergaben sich gleichmäßige Verteilungen der betroffenen Seiten, wie die Tabelle 11 ausweist.

Lokalisation	n	rechts	links
Femurschaft	2	1	1
Fem. suprac.	33	19	14
Tibiakopf	21	12	9
Tibiaschaft	4	2	2
Ti. supramall.	5	3	2
OSG	8	4	4
Gesamt	73	41	32

Tab. 11: Seitenverteilung

3.2.1.8. Dauer des stationären Aufenthaltes

Bei der Ermittlung der stationären Liegezeiten fällt zunächst die deutlich über dem Durchschnitt von 36.2 Tagen liegende Zeit des stationären Aufenthalts der Patienten auf, bei denen eine Osteotomie im Tibiaschaftbereich durchgeführt wurde. Sie beträgt im Durchschnitt 163 Tage. Das dieser Umstand nicht durch eine einzelne überdurchschnittlich verlängerte Liegezeit bedingt ist, zeigt die Tatsache, daß maximaler (236 Tage) und minimaler Wert (54 Tage) jeweils ebenfalls deutlich über den Durchschnittswerten liegen .
Auffällig ist weiterhin, daß sich auch der Durchschnittswert der Osteotomien im Femurschaft mit 41.5 Tagen über der allgemeinen Durchschnittsliegezeit von 36.2 Tagen befindet. Bei nur zwei ausgeführten Korrekturen mit sehr unterschiedlichen Verläufen - was auch in der beträchtlichen Schwankungsbreite zum Ausdruck kommt - haben diese Zahlen jedoch nur eingeschränkte Aussagefähigkeit. Unter dem allgemeinen Durchschnitt lagen die Liegezeiten der Patienten mit Umstellungen am

supracondylären Femur (21.1 Tage), im Tibiakopf (27.7 Tage), supramalleolär an der Tibia (20.4 Tage) und am oberen Sprunggelenk (30.2 Tage).

Lokalisation	korrekt.	max.	min.	$\bar{x}$
Femurschaft	2	73	10	41.5
Fem. suprac.	32	85	12	29.1
Tibiakopf	19	69	12	27.7
Tibiaschaft	4	236	54	136
Ti. supramall.	5	28	14	20.4
OSG	8	98	15	30.2
Gesamt	70	98.1	19.5	36.2

Tab. 12: Dauer des stat. Aufenthaltes zur Korrektur

Bei einer Patientin wurde der Krankenhausaufenthalt für die Korrektur an der supramalleolären Tibia durch eine direkt danach ausgeführte Ablatio mammae auf 28 Tage verlängert.
Bei 3 Patienten (1 x supracond. Femur, 2 x Tibiakopf) konnte die Dauer des Aufenthaltes zur Korrektur nicht festgestellt werden. Eine Übersicht gibt Tabelle 12.

3.2.1.9. Abstand OP - Materialentfernung

Zu diesem Punkt fanden sich nicht in allen Fällen Angaben, was wiederum verschiedene Gründe hatte. Bei fünf Patienten war noch keine Materialentfernung erfolgt, zwei Patienten ließen die Materialentfernung in anderen Kliniken durchführen und bei 6 Tibiakopfosteotomien wurden Operationsverfahren angewandt, bei denen eine Einbringung von Fremdmaterial nicht notwendig war. In 15 Fällen war nicht festzustellen, wann oder wo eine Materialentfernung vonstatten gegangen war.

Das durchschnittliche Intervall zwischen OP und Materialentfernung von 11.2 Monaten wurde in erwähnenswertem Maße lediglich bei den Tibiakopfosteotomien unterschritten, da hier in neun Fällen der Fixateur externe zur Anwendung kam und nach durchschnittlich 2.3 Monaten wieder entfernt wurde (s. Tab. 13).

Lokalisation	korrekt.	max.	min.	$\bar{x}$
Femurschaft	1	7	7	7
Fem. suprac.	17	19	9	14.7
Tibiakopf	8	3	1.5	2.3
Tibiaschaft	3	10	8	9
Ti. supramall.	5	20	12	14.4
OSG	5	17	3	12.6
Gesamt	39	12.6	6.7	11.2

Tab. 13: OP - Materialentfernung in Monaten

3.2.1.10. Dauer des stat. Aufenthaltes für die Materialentfernung

Ähnlich wie unter Punkt 3.2.1.9. war auch hier die Anzahl der verfügbaren Daten recht gering, was prinzipiell die gleichen Gründe hatte. Die leeren Zeilen in Tabelle 14 erklären sich dadurch, daß die äußeren Spanner bei den Tibiakopfosteotomien ambulant entfernt wurden und die Patienten daher nicht stationär aufgenommen werden mußten. Außerdem kamen bei den Tibiakopfosteotomien 6 mal Verfahren ohne Einbringung von Fremdmaterial zur Anwendung, ein Patient ließ die Materialentfernung außerhalb vornehmen, in einem Fall war die Materialentfernung noch nicht erfolgt und bei 4 Patienten fanden sich diesbezüglich keine Angaben.
Bei den Tibiaschaftosteotomien hatten zwei Patienten die Materialentfernung in anderen Kliniken durchführen lassen, in einem Fall war eine Materialentfernung noch nicht erfolgt und in einem Fall fanden sich

keine Angaben in den Krankenblättern.

Lokalisation	korrekt.	max.	min.	x̄
Femurschaft	1	23	23	23
Fem. suprac.	14	52	8	16.5
Tibiakopf	-	-	-	-
Tibiaschaft	-	-	-	-
Ti. supramall.	4	13	8	9.8
OSG	5	11	2	7.4
Gesamt	23	24.7	10.3	13.8

Tab. 14: Dauer des stat. Aufenthaltes für M.E.

Bei einer Patientin mit beidseitig durchgeführter Tibiakopfumstellung gestaltete sich der Verlauf nach der Materialentfernung durch eine langwierige Mobilisationsphase recht schwierig, so daß mit 52 Tagen ein stationärer Aufenthalt resultierte, der erheblich über dem allgemeinen Durchschnitt von knapp 14 Tagen lag. Es muß hinzugefügt werden, daß für diesen langen Aufenthalt keine medizinischen Gründe vorlagen, sondern die Ursache in dem ausgeprägten Hang zur Aggravation seitens der Patientin bestand. Dem stand andererseits mit 2 Tagen für eine Materialentfernung nach Umstellung am oberen Sprunggelenk ein sehr kurzer Krankenhausaufenthalt gegenüber (s. Tab. 14).

3.2.1.11. Komplikationen

Zu einer Reoperation wegen eines postoperativ erlittenen Traumas kam es in vier Fällen innerhalb des gesamten Krankengutes. Bei zwei Patienten kam es dabei noch während des stationären Aufenthaltes zum Sturz (z.B. beim Aufsteigen auf den Röntgentisch), bei zwei weiteren Patienten lag

das Ereignis mehrere Monate nach der Entlassung aus stationäre Behandlung. In 2 Fällen erforderte eine Materiallockerung eine erneute Operation.

Lediglich in 3 Fällen trat eine Infektion auf. In einem Fall war davon ein fünfjähriges Mädchen betroffen, das während eines Kriegsgeschehens im Nahen Osten eine Schußverletzung des Sprunggelenks erlitt. Der zweite Fall betraf einen polytraumatisierten Patienten mit zahlreichen offenen Frakturen, der nach Voroperation in einer anderen Klinik bei schlechten Weichteilverhältnissen einer supracondylären Femurosteotomie unterzogen wurde. Der 3. Fall kam während des komplizierten Verlaufes einer Tibiaschaftkorrektur vor. In der Rubrik "andere" traten von insgesamt 17 Komplikationen, die Hälfte, nämlich 9, in der Gruppe der Tibiaschaftosteotomien auf. Die Ursache dafür waren bis auf zwei notwendig gewordene Achillessehnenverlängerungen 7 Pseudarthrosen, die teilweise mehrfach hintereinander hauptsächlich nach Marknagelungen, auftraten. Die restlichen 8 Komplikationen betrafen am supracondylären Femur 1 Pseudarthrose, 1 plastische Deckung, am Tibiakopf 1 Pseudarthrose, 1 Peronaeusparese sowie 2 Sensibilitätsstörungen im Bereich des N. peronaeus, und am oberen Sprunggelenk 1 Sehnenplastik des M. extensor hallucis longus sowie eine Fibulaverlängerung.

Während also die Korrekturen am Tibiaschaft sämtlich mit Komplikationen belastet waren, verliefen die Umstellungen an der supramalleolären Tibia alle komplikationslos.

Keine Angaben über etwaige komplizierte Verläufe konnten von 9 Patienten gewonnen werden (s. Tab. 15).

Lokalisation	korrekt.	postop. Trauma	Material-Lockerung	Infekt.	andere	ohne	keine Angaben
Femurschaft	2	-	-	-	-	1	1
Fem. suprac.	33	1	2	1	3	24	3
Tibiakopf	21	2	-	-	4	12	3
Tibiaschaft	4	1	-	1	9	-	-
Ti. supramall.	5	-	-	-	-	5	-
OSG	8	-	-	1	2	3	2
Gesamt	73	4	2	3	18	45	9

Tab. 15: Komplikationen

3.2.1.12 Übersicht über die Röntgendokumentation

Die Aufstellung über das für die Operationsplanung erstellte Röntgenmaterial zeigte, daß nur in knapp der Hälfte der Fälle der supracondylären Femurosteotomien und in noch erheblich geringerem Teil bei den Tibiakopfosteotomien praeoperative Beinganzaufnahmen angefertigt wurden. Für die übrigen Lokalisationen mit insgesamt 19 weiteren durchgeführten Korrekturen wurden keine Beinganzaufnahmen erstellt.

In insgesamt 28 Fällen der gesamten Osteotomien konnten im archivierten Röntgenmaterial keine Aufnahmen der Gegenseite gefunden werden.

Bei 44 Patienten konnten zur Beurteilung des Verlaufs die Original-Röntgenbilder verwandt werden, in 22 Fällen mußten hierfür mikroverfilmte Röntgenbilder, sogenannte Röntgen-Jackets, benutzt werden.
In der Gruppe der supracondylären Femurosteotomien lagen von 2 Patienten keine Bilder mehr vor, von einem Patienten lagen für die Nachuntersuchung keine präoperativen Aufnahmen vor. Bei den Tibiakopfosteotomien

lagen von einem Patienten keine Bilder, von 3 Patienten keine praeoperativen Aufnahmen, von 1 Patienten keine praeoperative seitliche Aufnahme vor, während bei den Korrekturen am oberen Sprunggelenk in einem Fall gar keine und in einem weiteren keine praeoperativen Bilder vorhanden waren (s. Tab. 16).

Lokalisation	korrekt.	Ganzaufn.		Aufn. Gegens.		Orig. Bilder		Rö.-Jackets	
		ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein
Femurschaft	2	-	2	-	2	1	1	1	1
Fem. suprac.	33	14	16	24	6	24	6	6	24
Tibiakopf	21	2	16	6	12	12	6	6	12
Tibiaschaft	4	-	4	2	2	2	2	2	2
Ti. supramall.	5	-	5	4	1	2	3	3	2
OSG	8	-	7	2	5	3	4	4	3
Gesamt	73	16	50	38	28	44	22	22	44

Tab. 16: Übersicht über vorhandenes Röntgenmaterial

3.2.1.13. Sportliche Aktivität vor und nach Korrektur

Berücksichtigt wurden für diese Übersicht nur Sportarten, die auch wirklich körperliche Aktivität erfordern.

Auffällig ist, daß nur ein knappes Drittel aller Befragten, nämlich 19 Patienten, sportlich aktiv waren. Davon war bei 8 Patienten die Intensität vor und nach der Operation gleich. Vier Patienten waren vor der Umstellung aktiver, wobei 1 Patientin die reduzierte sportliche Betätigung mit einer Erkrankung an einem Mammakarzinom sowie fortgeschrittenem Alter begründete, während ein Patient berufsbedingt zeitliche Gründe für die verminderte sportliche Betätigung anführte.

Sieben Patienten erklärten, sie könnten nach der Umstellung mehr und intensiver Sport betreiben.

48 Patienten betrieben überhaupt keinen Sport oder es fanden sich

hierzu keine Angaben (s. Tab. 17).

Lokalisation	Patienten	prae = post	prae > post	post > prae	keine Ang. kein Sport
Femurschaft	-	-	-	-	2
Fem. suprac.	7	1	1	5	21
Tibiakopf	5	2	1	2	15
Tibiaschaft	1	1	-	-	3
Ti. supramall.	5	3	2	-	-
OSG	1	1	-	-	7
Gesamt	19	8	4	7	48

Tab. 17: Verlauf der sportlichen Aktivität

3.2.1.14. Ergebnis der Antworten auf drei Standardfragen

Bei der Nachuntersuchung und im Fragebogen wurde um die Beantwortung der weiter unten aufgeführten Fragen gebeten. Patienten, die sich nicht eindeutig für die Beantwortung einer Frage mit "ja" oder "nein" entscheiden konnten, wurden der Kategorie "nein" zugeordnet. Dies Verfahren kam bei der Frage 1 je einmal in der Gruppe der supracondylären Femurosteotomien und bei den Tibiakopfosteotomien vor. Bei der Beantwortung der Frage 2 wurde einmal in der Gruppe der Tibiakopfosteotomien auf diese Weise verfahren.

In einem Fall konnte Frage 1 und 2 nicht beantwortet werden, da der Sinn der Fragen von der libanesischen Patientin wegen unzureichenden Sprachverständnisses nicht begriffen wurde.

Auf die Frage "Wenn Sie sich noch einmal entscheiden müßten, ob Sie die Umstellungsoperation durchführen lassen oder nicht, würden Sie sich noch einmal operieren lassen ?", antworteten von 46 Befragten 38 mit "ja" und 8 Patienten mit "nein" (s. Tab. 18).

Lokalisation	Patienten	ja	nein	keine Ang.
Femurschaft	2	-	-	2
Fem. suprac.	28	15	4	9
Tibiakopf	20	13	2	5
Tibiaschaft	4	3	1	-
Ti. supramall.	5	5	-	-
OSG	8	2	1	5
Gesamt	67	38	8	21

Tab. 18: Beantwortung der Frage 1

Die Frage "Würden Sie die Operationsmethode an Freunde oder Verwandte weiterempfehlen ?" beantworteten von 46 Befragten 39 Patienten mit "ja", während 7 Patienten dies verneinten (s. Tab. 19)

Lokalisation	Patienten	ja	nein	keine Ang.
Femurschaft	2	-	-	2
Fem. suprac.	28	15	4	9
Tibiakopf	20	13	2	5
Tibiaschaft	4	3	1	-
Ti. supramall.	5	5	-	-
OSG	8	3	-	5
Gesamt	67	39	7	21

Tab. 19: Beantwortung der Frage 2

Auf die Frage "Sind Sie mit dem Ergebnis der Operation zufrieden ?" antworteten 39 Patienten mit "ja", 8 entschieden sich für "nein". Zu

dieser Frage wurden insgesamt 47 Patienten befragt (s. Tab. 20)

Lokalisation	Patienten	ja	nein	keine Ang.
Femurschaft	2	-	-	2
Fem. suprac.	28	15	4	9
Tibiakopf	20	14	1	5
Tibiaschaft	4	3	1	0
Ti. supramall.	5	5	-	-
OSG	8	1	2	5
Gesamt	67	38	8	21

Tab. 20: Beantwortung der Frage 3

3.2.2. Darstellung von lokalisationsbezogenen Verläufen und Funktionsbeschreibungen.

3.2.2.1. Femurschaftosteotomien

Von den zwei Fällen, bei denen eine Femurschaftosteotomie durchgeführt wurde, konnte bei einem Fall keine Angaben über einen möglichen Vorschaden gewonnen werden. Im zweiten Fall lag eine sogenannte angeborene Hüftgelenksdysplasie vor (s. Kap. Kasuistik 1. Fall). Diese Patientin wurde darüberhinaus auch mehrfach im Ausland voroperiert, so daß zum Beispiel gerade die Weichteilverhältnisse schon vorgeschädigt waren. Als Vorschaden wurde - dies gilt auch für die folgenden Lokalisationen - bei den posttraumatischen Fällen jede Verletzung gewertet, die zusätzlich zum das die Fehlstellung verursachenden Trauma bestand und zu einer Beeinträchtigung des Gangbildes beziehungsweise der Gehstrecke führte.

Angaben zur Art der Vorbehandlung, die, wie erwähnt, im Ausland stattfand, konnten ebenfalls nicht gewonnen werden, so daß auch keine Beur-

teilung über die Indikation der angewandten Maßnahmen erfolgen konnte. Während über die eine Patientin auch bezüglich des verwendeten Materials keine Aussage gemacht werden kann, wurde im anderen Fall bei der achtjährigen Patientin eine Plattenosteosynthese mit schmaler AO-Platte vorgenommen.

Während für den ersten Fall der Femurschaftosteotomien nur aus den Unterlagen hervorging, daß es sich ursprünglich um eine Rotationsfehlstellung handelte, lagen im zweiten Fall differenziertere Angaben vor, da diese Patientin auch nachuntersucht werden konnte. Es bestand praeoperativ ein Varusfehler von 38 Grad mit zusätzlicher Verkürzung von 14 cm. Postoperativ zeigte sich ein Restfehler von 16 Grad Varus, und bei der Nachuntersuchung wurde eine verbliebene Varusfehlstellung von 10 Grad sowie Beinverkürzung von 5.5 cm festgestellt.

Obwohl eine der Patientinnen nachuntersucht werden konnte, war es infolge von Verständigungsproblemen - die Patientin stammte aus Libyen - und einer gewissen Indolenz nicht möglich, Angaben über den Grad der Schmerzen vor der Umstellungsoperation zu erlangen. Bei der Nachuntersuchung gab die Patientin an, sie habe jetzt keine Schmerzen mehr.

Auf die Frage nach der Gehstrecke, die sie schmerzfrei zurücklegen könne, antwortete die selbe Patientin, dies sei eine Entfernung von 1000 m.

Funktionell war die nachuntersuchte Patientin in der Lage, das Kniegelenk des betroffenen Beines in Neutralstellung zu bringen. Es lag weder eine Beuge- noch eine Streckhemmung vor. Auch ließ sich keine schwellungsbedingte Umfangvermehrung feststellen. Dagegen fand sich am Oberschenkel eine Muskelatrophie mit einer Umfangsabnahmne von 2.5 cm.

3.2.2.2. Supracondyläre Femurosteotomien

Von den 28 Patienten in dieser Gruppe bestanden bei 16 Patienten Vorschädigungen (s.unten). Dabei entfielen von diesen 16 Patienten 6 in die Gruppe der "posttraumatischen" Korrekturen, 4 weitere in die Gruppe der "idiopathischen" Korrekturen und 6 Patienten in die Kategorie "andere" (s. Kap. 3.2.1.4. Seite 39). Im einzelnen waren die Patienten

vorbelastet durch Meniskektomien (3 Fälle), Hüftgelenksendoprothesen (5 Fälle), Umstellungsoperationen im Hüftgelenk (3 Fälle), multiple Frakturen der Tibia im Kindesalter (1 Fall), chronische Schmerzen im Kniegelenk nach Gelegenheitstrauma (1 Fall), und in einem Fall bestand nach einem Sturz aus 20 Metern Höhe ein Zustand nach Polytrauma. Zwei Patientinnen hatten rheumatische Erkrankungen, wobei in einem Fall bereits eine Synovektomie des Kniegelenks der betroffenen Seite durchgeführt worden war.

Bei 11 Patienten bestand keine Vorschädigung, und in einem Fall fanden sich hierzu keine Angaben in den Unterlagen. Außerdem waren 7 von insgesamt 9 Patienten der idiopathischen Gruppe übergewichtig.

In der Gruppe der 13 posttraumatischen Fälle konnte bei 5 Patienten die Art und der Ort der Primärversorgung festgestellt werden. Lediglich bei dem polytraumatisierten Patienten wurde eine operative Vorgehensweise gewählt, während die 4 übrigen einer konservativen Behandlung zugeführt wurden. Bei allen 5 Patienten erfolgte die Behandlung der erlittenen Verletzungen in auswärtigen Krankenhäusern.

Bis auf zwei monocondyläre (s. Kap. Kasuistik 2.Fall) und eine Derotationsosteotomie wurden alle Korrekturen als closed-wedge Technik durchgeführt, wobei in 22 Fällen der mediale und in 10 Fällen der laterale Zugang gewählt wurde (zur Art der Umstellung s. Abb. 14 und S. 56).

Als Osteosynthesematerial wurde 11 x die Condylenplatte, 20 x die Rechtwinkelplatte und 2 x eine T-Platte verwandt.

Den Verlauf der Achsenstellungen in der Frontalebene bei den supracondylären Femurosteotomien gibt Abb. 14 wieder.

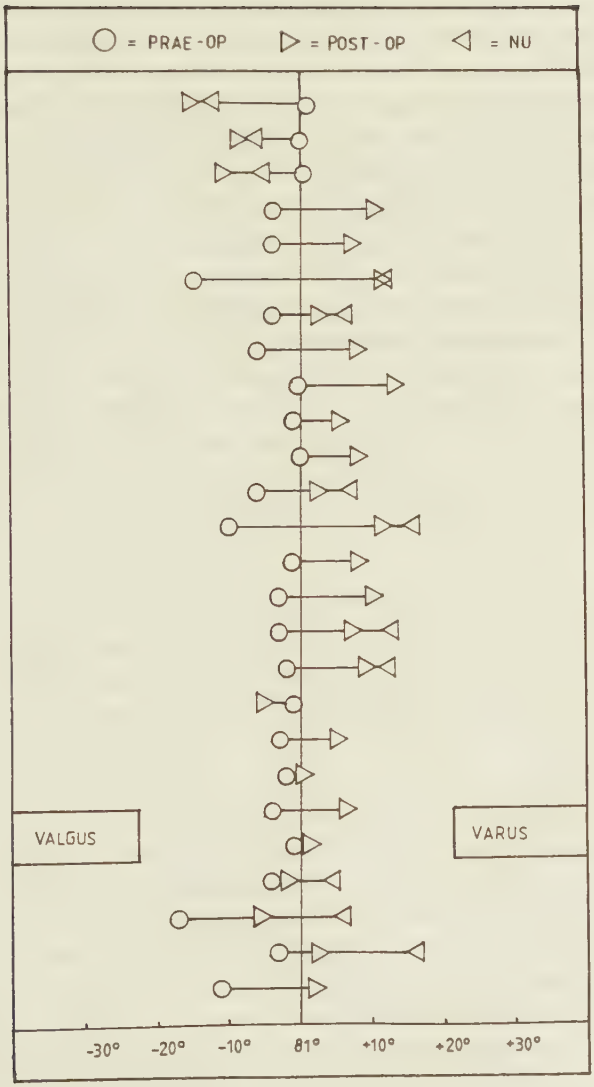


Abb. 14: Der Achsenverlauf der suprac. Femurosteotomien in der Frontalebene.

Es bestand in 4 Fällen eine Varusfehlstellung und in weiteren 23 Fällen eine Valgusfehlstellung, wobei die Valgusfehler in 2 Fällen mit Außenrotationsfehlern und in 1 Fall mit einem Recurvationsfehler kombiniert waren. Bei 3 Patienten konnte weder Art noch Ausmaß der Achsenfehlstellung festgestellt werden, während in einem Fall eine Varisierung bei praeoperativer "Achsenabweichung" von 0 Grad durchgeführt wurde.
Der größte Fehler im Valgussinn betrug 17 Grad, der geringste wurde mit lediglich 1 Grad ermittelt.
In den 4 Fällen mit Valgisierungsosteotomien wegen Varusfehlstellungen wurde der größte Fehler mit 1 Grad bestimmt, während der geringste "Fehler" im Varussinn mit 0 Grad Achsenabweichung (1 x) gemessen wurde.
In einem Fall bestand praeoperativ eine Fehlstellung ad latus um Schaftbreite, die bei der Nachuntersuchung als ausgeglichen eingestuft werden konnte. Der gleiche Nachuntersuchungsbefund ergab sich bei einer reinen praeoperativen Rotationsfehlstellung von 60 Grad, wohingegen bei einer kombinierten Fehlstellung aus Recurvation und Verkürzung keine

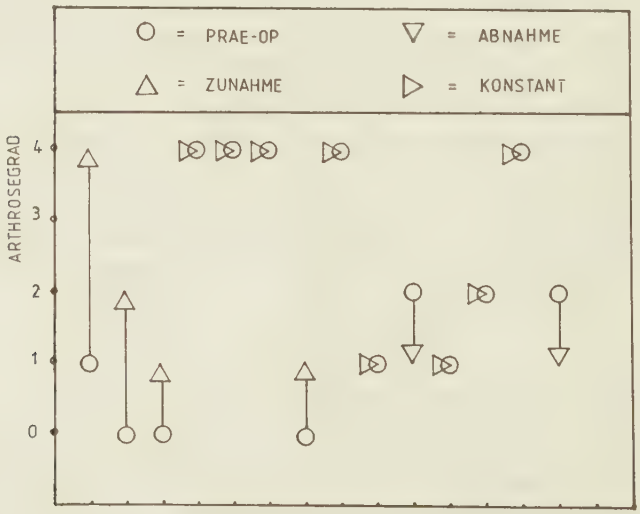


Abb. 15: Verlauf der Arthrose am supracondylären Femur

Nachuntersuchung möglich war, so daß auch keine Aussage über den Verlauf gemacht werden kann.

Eine Übersicht über den Verlauf der Arthrose zwischen praeoperativem Befund und dem Zustand bei Nachuntersuchung konnte bei 14 Fällen erstellt werden, und ist in der Abb. 15 wiedergegeben.
Im Verlauf zeigte sich dabei in 4 Fällen eine Zunahme der Arthrose (2 x um eine Stufe, 1 x um zwei Stufen und 1 x um drei Stufen), während sich lediglich in zwei Fällen eine Abnahme um jeweils eine Stufe zeigte. In 8 Fällen persistierte der praeoperative Arthrosebefund und zeigte sich bei der Nachuntersuchung auf gleichem, zum Teil recht hohen Niveau.
Bei 14 weiteren Fällen konnte nur ein praeoperativer Arthrosebefund erhoben werden. Dabei zeigten sich in 6 Fällen keine Arthrosezeichen, 3 x fand sich eine Kniegelenksarthrose der Stufe eins, 4 x der Stufe zwei und 1 x der Stufe vier nach Jonasch (23).
Fünf Patienten konnten mangels Röntgenbildern hinsichtlich Arthrosezeichen nicht eingeordnet werden.

Über den Grad der Schmerzen praeoperativ und bei Nachuntersuchung wurden in 17 Fällen Angaben gemacht, die in Abb. 16 dargestellt sind.
Abnahmen der Schmerzhaftigkeit des Kniegelenks um eine Stufe war in einem Fall, um zwei Stufen in 4 Fällen, um drei Stufen in 1 Fall, um vier Stufen in 3 Fällen, um fünf Stufen in 1 Fall und schließlich um sechs Stufen ebenfalls in 1 Fall zu verzeichnen.
Zunahmen der Schmerzhaftigkeit des Kniegelenks ergaben sich nur in zwei Fällen, wobei es sich in einem Fall um eine Erhöhung um eine Stufe und in einem weiteren um eine Erhöhung um vier Stufen handelte.
In zwei Fällen lagen praeoperativer Befund und der bei Nachuntersuchung auf unverändert hohem Niveau (jeweils Stufe fünf und sechs), und bei zwei Patienten lagen zu beiden Zeitpunkten keine Schmerzen vor.
Eine ähnliche Entwicklung war für die Länge der Gehstrecke zu verzeichnen. Auch hier überwog in 10 Fällen mit Zunahme der Gehstrecke gegenüber 1 Fall mit Abnahme die positive Tendenz (s. Abb. 17).

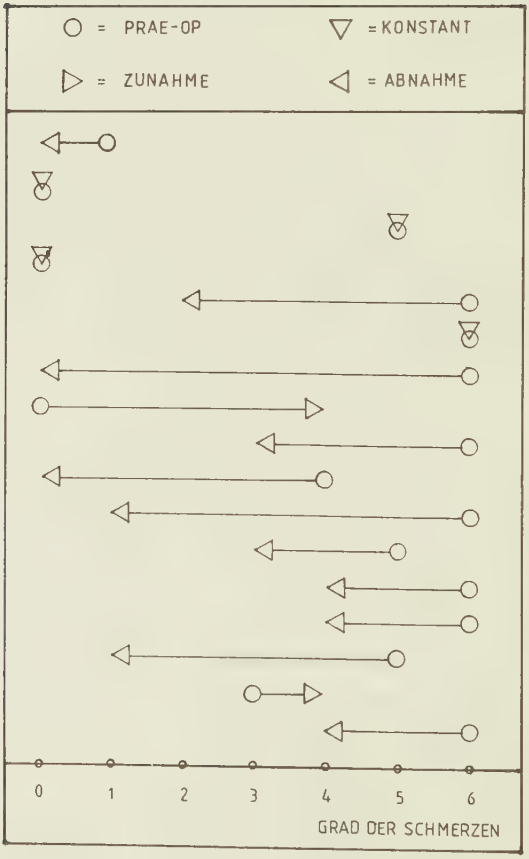


Abb. 16: Verlauf der Schmerzen praeoperativ und bei NU der supracondylären Femurosteotomien

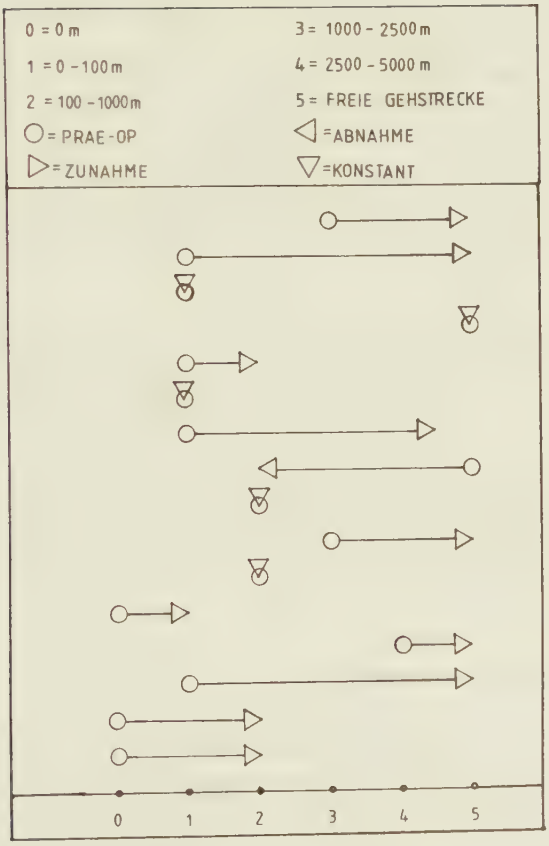


Abb. 17: Verlauf der Gehstrecke bei den supracondylären Femurosteotomien

Insgesamt betrug die Gehstrecke bei 7 Patienten mehr als 5.000 m oder war sogar frei.

Von den 16 nachuntersuchten Patienten waren 10 in der Lage, die betroffene Extremität in Neutralstellung zu halten. Bei den übrigen 6 Patienten, die dies nicht konnten, bestand 2 x eine Streckhemmung bis 5 Grad und 4 x eine Streckhemmung zwischen 5 und 10 Grad.
Bei 6 Patienten war die Beugung des Kniegelenks bis über 90 Grad möglich, während bei weiteren 5 Patienten lediglich eine Beugefähigkeit im Kniegelenk zwischen 60 und 90 Grad bestand. In einem Fall fand sich eine schmerzbedingte Einschränkung der Beugefähigkeit bei 40 Grad, wobei eine Arthrotomie mit Entfernung eines freien Gelenkkörpers und Knorpelresektion nach einem Trauma als Vorschaden eine nicht unbedeutende Rolle spielen dürfte.

Schwellungsbedingte Umfangsvermehrungen im Narbenbereich der operierten Seite gegenüber der gesunden konnten in 8 Fällen bis zu 3 cm festgestellt werden. Darüber hinausgehende Umfangsvermehrungen traten nicht auf.
Eine Muskelatrophie bis zu 3 cm wurde bei 6 Fällen gemessen, zweimal wurde eine Muskelatrophie zwischen 3 und 6 cm festgestellt. Höhere Abweichungen bei der Umfangsmessung, die auf eine Muskelatrophie zurückzuführen waren, wurden nicht ermittelt.

3.2.2.3. Tibiakopfumstellungen

In diesem Kollektiv konnte bei einer Gesamtzahl von 21 durchgeführten Umstellungen in 6 Fällen festgestellt werden, daß eine Vorschädigung vorlag. Dies betraf in 2 Fällen Patienten aus der Gruppe der "idiopathischen", in 3 Fällen Patienten aus der Gruppe der "posttraumatischen" und in einem Fall einen Patienten aus der Gruppe der "anderen" Korrekturen (s. Kap. 3.2.1.4. S. 39). Die Vorschäden bestanden im einzelnen in einem Zustand nach Tibiakopffraktur, einer Meniskektomie und weiteren unklaren Voroperationen bei Seitenbandinstabilität, einer weiteren

Meniskektomie, einem Zustand nach mehreren unklaren Voroperationen im Ausland, einer Chondropathia patellae mit Meniskopathie und peripherer Nervenläsion und einem Fall von Beinverkürzung bei Zustand nach Femurfraktur und Zustand nach Valgisierungsosteotomie der Hüfte.
12 Patienten wiesen keine Vorschäden auf, als die Korrektur vollzogen wurde. Von 3 Patienten ließen sich diesbezüglich keine Angaben erheben.

Unter 16 posttraumatischen Fällen dieser Gruppe waren 11, von denen Angaben über Art und Ort der Vorbehandlung zu erfahren war. Von diesen 11 Patienten wurde in vier Fällen die Vorbehandlung im Klinikum Steglitz durchgeführt, während die 7 anderen außerhalb versorgt wurden. Dabei erfolgte die Therapie in vier Fällen in konservativer und in 7 Fällen in operativer Weise.

Von den 21 durchgeführten Tibiakopfumstellungen wurden - abgesehen von 4 Derotationsosteotomien - 3 in closed-wedge Technik und 13 in open-wedge Technik durchgeführt. In einem Fall ließ sich diese Frage trotz vorliegender Röntgenbilder nicht eindeutig beantworten.
Als Osteosynthesematerial wurde in 7 Fällen allein der Fixateur externe, 3 x der Fixateur externe zusammen mit einer intraligamentären Anhebungsosteotomie eingebracht, während in 9 Fällen eine reine intraligamentäre Anhebung vorgenommen wurde, wobei allerdings in zwei Fällen die Korrektur durch Einbringen von Kirschnerdrähten stabilisiert wurde.
Die Übersicht über den zeitlichen Verlauf des Einsatzes der verschiedenen Methoden zeigt, daß der Fixateur externe seit 1978 vermehrt angewendet wurde. Die Methode von intraligamentärer Anhebungsosteotomie kombiniert mit der Stabilisierung durch den äußeren Spanner wurde lediglich 3 x, nämlich in den Jahren 1978, 1980 und 1982 eingesetzt. Die intraligamentären Anhebungsosteotomien zeigen eine Häufung in den Jahren 1980 und 1982, während im Jahr 1981 nur eine derartig durchgeführte Operation vollzogen wurde. Zwei Korrekturen im Tibiakopfbereich wurden durch Plattenosteosynthesen stabilisiert.
Die Frage nach der Art des praeoperativen Achsenfehlers konnte für alle 21 Fälle beantwortet werden. In der Frontalebene bestand in 5 Fällen eine reine Valgusfehlstellung, in 7 Fällen ein reiner Varusfehler,

während einmal eine Valgusfehlstellung mit einem Recurvationsfehler von 13 Grad und einmal eine Varusfehlstellung mit einer Antecurvationsfehlstellung von 15 Grad einher ging.
Ferner bestand in 4 Fällen eine Außenrotationsfehlstellung zwischen 15 und 25 Grad, 1 x ein reiner Antecurvationsfehler von 4 Grad und bei einem Patienten beidseits ein Recurvationsfehler von jeweils 15 Grad.
Bezogen auf den postoperativen Zustand bestand bei den Valgusfehlern in 5 Fällen ein Restfehler bis maximal 5 Grad, in zwei Fällen lag ein Restfehler von mehr als 5 Grad vor. Bei den Valgusfehlern war postoperativ in 1 Fall keine Achsenfehlstellung mehr nachweisbar, 4 x lag ein Restfehler von bis zu 5 Grad und 2 x ein Restfehler von mehr als 5 Grad vor. Lediglich in einem Fall ergab sich hinsichtlich der Achsenstellung postoperativ gegenüber der Achsenstellung bei Nachuntersuchung eine gröbere Diskrepanz. Bei den 7 nachuntersuchten Fällen zeigten sich diesbezüglich lediglich Abweichungen von 1-2 Grad.
Bei den Derotationsosteotomien waren von den vier Fällen zwei bei Nachuntersuchung ausgeglichen, 1 x bestand ein Restfehler von 5 Grad, und bei einem Patienten fand sich keine postoperative Aufnahme. Der Patient erschien auch nicht zur Nachuntersuchung.
Die postoperativen Aufnahmen des Patienten mit dem Antecurvationsfehler waren bezüglich der Beinachsen nicht ausreichend beurteilbar, während die Recurvationsfehler bei Nachuntersuchung rechtsseitig ausgeglichen und linksseitig mit einem Restfehler von 3 Grad bestimmt wurden (s. Abb. 18).

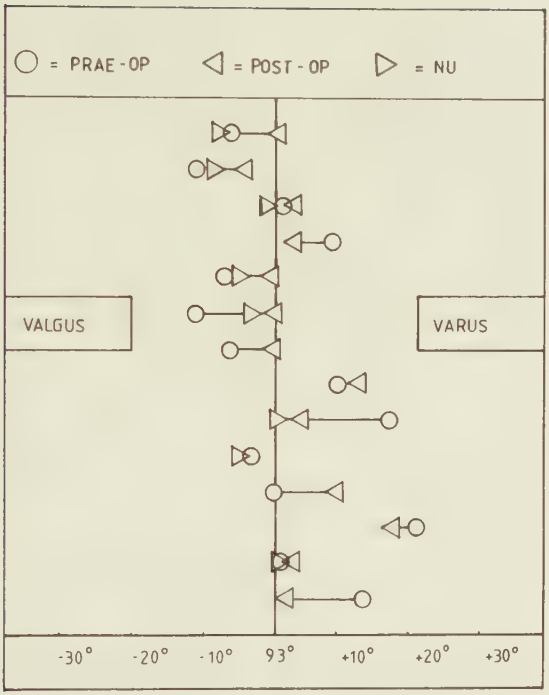


Abb. 18: Achsenverlauf der Tibiakopfumstellungen in der Frontalebene

Hinsichtlich des Arthroseverlaufs konnte in 11 Fällen eine Beurteilung zu Veränderungen zwischen praeoperativer Ausgangslage und dem Zustand bei Nachuntersuchung erfolgen. Es zeigte sich 2 x eine Abnahme der Arthrose um 2 Stufen, 3 x eine Zunahme der Arthrose um 1 Stufe, während in 6 Fällen das Arthrosestadium sistierte. Eine Übersicht hierzu gibt die Abb. 19.

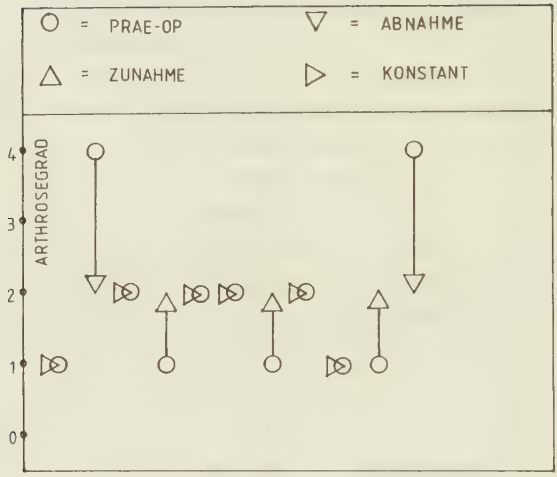


Abb. 19: Der Arthroseverlauf der Tibiakopfumstellungen

Der Grad der Schmerzen (Klassifizierung s. S. 34) vor und nach der Korrektur konnte von allen nachuntersuchten 13 Fällen erfaßt werden. Dabei ergab sich in 8 Fällen eine Abnahme der Schmerzen, wobei es sich im einzelnen 1 x um eine Abnahme von einer Stufe, 2 x um eine Abnahme um 2 Stufen, 3 x um eine Abnahme um 3 Stufen, 1 x um eine Abnahme um 4 Stufen und 1 x um eine Abnahme um 5 Stufen handelte. Demgegenüber fand sich einmal eine Zunahme der Schmerzen um eine Stufe, während in vier Fällen der Grad der Schmerzen in jeweils unterschiedlicher Ausprägung sistierte (s. Abb. 20).

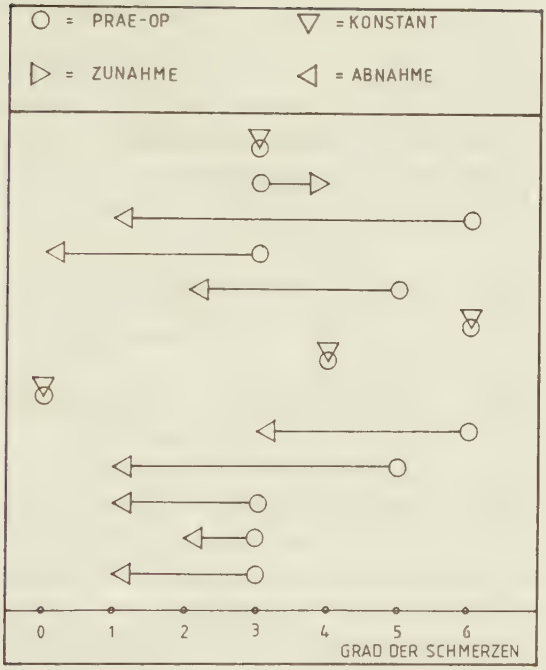


Abb. 20: Grad der Schmerzen praeoperativ und bei NU in der Gruppe der Tibiakopfumstellungen

Auch für die Beurteilung des Gehstreckenverlaufs konnte auf die Angaben von 13 Fällen zurückgegriffen werden. Dabei gab es unter den 8 Zunahmen in der Gehstrecke 1 x eine Verbesserung um eine Stufe, 2x eine Verbesserung um 2 Stufen, 4 x eine Verbesserung um 3 Stufen und einmal eine Verbesserung um 5 Stufen. Ein unveränderter Status war in 5 Fällen feststellbar. Eine Verschlechterung der Gehstrecke trat bei den nachuntersuchten Fällen nicht auf (s. Abb. 21).

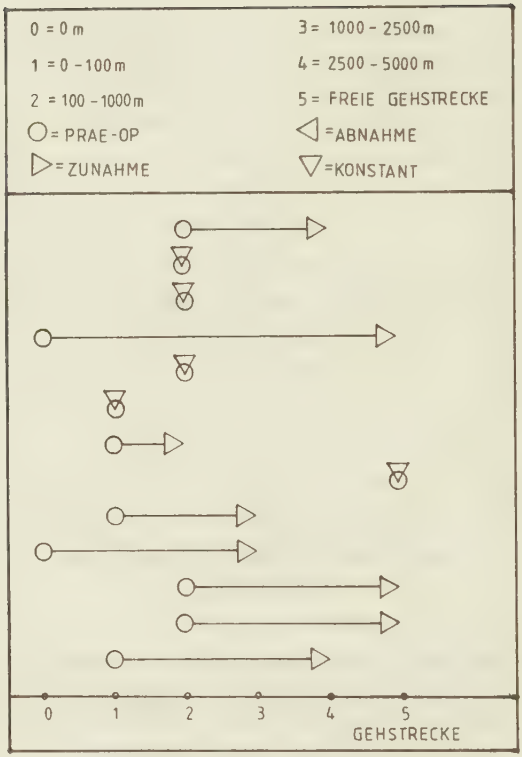


Abb. 21: Gehstreckenverlauf praeoperativ und bei NU in der Gruppe der Tibiakopfumstellungen

Funktionell waren von den nachuntersuchten Patienten 9 Fälle zu verzeichnen, die in der Lage waren, das Kniegelenk in Neutralstellung zu bringen. Bei 4 Fällen war dies nicht möglich. Es fand sich in 2 Fällen ein Streckdefizit bis zu 5 Grad und je 1 x ein Streckdefizit von 5 bis 10 und 1 x von 10 bis 15 Grad. 9 Patienten hatten eine Beugefähigkeit

von mehr als 90 Grad, während in 4 Fällen eine reduzierte Beugemöglichkeit zwischen 60-90 Grad bestand. Objektive Befunde des praeoperativen Bildes waren nicht verfügbar.

Eine Umfangsvermehrung im Narbenbereich bis zu 3 cm infolge chronischer Schwellungen war bei 3 Fällen vorhanden. Eine durch Muskelatrophie bedingte Umfangsverminderung der betroffenen Extremität 15 cm unterhalb des Kniegelenkspalts bis zu 3 cm bestand in 6 Fällen, während in weiteren 4 Fällen eine entsprechende Umfangsverminderung zwischen 3-6 cm bestand.

3.2.2.4. Tibiaschaftosteotomien

Für eventuelle Vorschäden gab es bei den Patienten, bei denen eine Korrekturosteotomie am Tibiaschaft durchgeführt wurde, keinen Hinweis.

Von den 4 Umstellungen war in 3 Fällen ein vorangegangenes Trauma Grund für die Achsenfehlstellung. In allen drei Fällen wurden die knöchernen Verletzungen konservativ behandelt. Dabei erfolgte die Behandlung einer Unterschenkelfraktur, die die Patientin im Sudan erlitt, durch eine völlig instabile Schienung ohne Gipsverband. Zudem erfolgte eine viel zu frühe Belastung, so daß hierfür die Bezeichnung konservative Therapie im üblichen Sinn nicht ganz zutreffend erscheint.

Im 1. Fall wurde bei Fehlstellung in verschiedenen Ebenen die erste OP bei liegendem Wagner-Apparat mit 2 Drittelrohrplatten zur Fixierung der autologen Spongiosa versucht. Nach einem Plattenbruch wurde nach dem gleichen Prinzip die Operation mit zwei dynamischen Kompressionsplatten wiederholt.
Im 2. Fall wurde zunächst eine Marknagelung, dann eine Verriegelungsnagelung, danach eine Plattenosteosynthese und schließlich eine Plattenosteosynthese mit dynamischen Kompressionsplatten vorgenommen, wobei zusätzlich jeweils Spongiosa angelagert wurde.
Im 3. Fall wurde die Korrektur durch Plattenosteosynthese und Spongio-

saplastik erzielt (s. Kap. Kasuistik 8. Fall).
Im 4. Fall, einer tumorbedingten Fehlstellung, wurde zunächst eine offene Marknagelung mit Ausklinkdraht durchgeführt, danach wurde dann versucht, das Korrekturergebnis mit einem äußeren Spanner zu fixieren. Eine endgültige Stabilisierung wurde durch eine Plattenosteosynthese erreicht. Auch in diesem Fall wurde bei jedem Eingriff Spongiosa angelagert.

Die praeoperative Achsenfehlstellung bestand im 1. Fall in einem Varusfehler von 27 Grad, einem Außenrotationsfehler von 10 Grad, einer Antecurvation von 16 Grad, einer Verkürzung von 15 cm und einer Fehlstellung ad latus um Schaftbreite. Bei Nachuntersuchung bestand ein Restfehler im Varussinn von 7 Grad, ein Außenrotationsfehler von 12 Grad, eine Recurvation von 17 Grad, eine restliche Verkürzung von 3 cm und eine ausgeglichene Fehlstellung ad latus. Die Kniebasislinie und die Talushorizontalachse standen parallel zueinander.
Der Achsenfehler des 2. Falles betrug 8 Grad im Varussinn. Bei der Nachuntersuchung erwies sich diese Fehlstellung als völlig ausgeglichen.
Der praeoperative Achsenfehler des 3. Falles bestand in einer Abweichung ad latus um Schaftbreite sowie um Verkürzung um 2.5 cm. Auch dieser kombinierte Achsenfehler war postoperativ ausgeglichen.
Im 4. Fall innerhalb dieser Gruppe bestand praeoperativ eine Valgusfehlstellung von 15 Grad, die sich bei Nachuntersuchung ebenfalls als vollkommen ausgeglichen erwies.

Einen kompletten Verlauf zur Beurteilung der Gelenkverhältnisse zu erhalten, war nur im ersten Fall möglich. Es zeigte sich ein Rückgang der Kniegelenksarthrosezeichen von praeoperativ Stadium 2 nach postoperativ Stadium 1 nach Jonasch (23). Am oberen Sprunggelenk lag in diesem Fall konstant ein Arthrosestadium 3 nach Bargon (3) vor.
Im 2. Fall bestand praeoperativ am oberen Sprunggelenk ein Arthrosestadium 2. Die vom Patienten zur Nachuntersuchung mitgebrachten Aufnahmen waren zwar neueren Datums, leider war jedoch das obere Sprunggelenk "abgeschnitten", so daß keine Verlaufsbeobachtung möglich war.

Im 3. und 4. Fall lagen nur die weiter oben erwähnten Vergrößerungen der mikroverfilmten Röntgenbilder vor, deren Qualität zur Arthrosebeurteilung nicht ausreichte.

Die Stärke der Schmerzen nahm im 1. Fall um eine Stufe von 3 nach 4 zu.
Dem Patienten des 2. Falles war die Stärke seiner Schmerzen vor der Umstellung nicht mehr erinnerlich. Bei Nachuntersuchung war dieser Patient auch bei sportlicher Betätigung vollkommen schmerzfrei.
Im 3. Fall hatte die Patientin weder vor noch nach der Korrektur Schmerzen.
Die Patientin des Falles 4 bemaß den maximalen Grad ihrer Schmerzen bei Nachuntersuchung auf der Skala von 1-6 mit der Stufe 4. Angaben über die Stärke ihrer Schmerzen vor der Behandlung konnte sie nicht machen.

Die schmerzfreie Gehstrecke reduzierte sich im ersten Fall von 1.000-2.500 m praeoperativ, auf unter 1.000 m bei Nachuntersuchung.
Im 2. Fall war die Gehstrecke bei der Nachuntersuchung völlig frei, während sie vor der Umstellungsoperation zwischen 2.500-5.000 m gelegen hatte.
Im 3. Fall fehlte eine praeoperative Einschätzung der schmerzfreien Gehstrecke. Postoperativ war die Gehstrecke jedoch völlig frei.
Im 4. Fall konnte die Patientin keine Angaben zu diesem Punkt machen.

Bei der Nachuntersuchung war im ersten Fall die Neutralstellung des Kniegelenks der betroffenen Seite möglich, jedoch bestand eine erhebliche, bei endgradiger Belastung schmerzhafte, Außen- und Innenbandinstabilität. Eine Beugung des Kniegelenks der betroffenen Seite war bis 100 Grad möglich. Es bestand eine 3 cm messende Umfangsvermehrung, 20 cm unter dem Kniegelenksspalt. Am Oberschenkel fand sich eine im Umfang 4 cm messende, am Unterschenkel eine 3 cm messende Muskelatrophie. Der rechte Fuß stand in 20 Grad Spitzfußstellung, das Bewegungsausmaß des oberen Sprunggelenks betrug 0-20-25 (Ext./ Flex.). Das Bewegungsausmaß des unteren Sprunggelenks war aufgehoben.
Im zweiten Fall konnte bei der Nachuntersuchung mit normalem Bewegungsausmaß, stabilen Bandverhältnissen und seitengleichen Umfangsmessungen

bei völliger Schmerzfreiheit ein Normalbefund erhoben werden.
Der 3. Fall konnte nicht nachuntersucht werden.
Der 4. Fall bot bei Nachuntersuchung eine freie und seitengleiche Kniegelenksbeweglichkeit. Der Fuß der betroffenen Extremität stand in 35 Grad Spitzfußstellung bei einer restlichen Plantarflexion von 5 Grad (0-35-40). Die schmerzhaft eingeschränkte Beweglichkeit des unteren Sprunggelenks betrug zwei Fünftel. Einer durch chronische Schwellung im Narbenbereich bedingten Umfangsvermehrung von 1.5 cm am Unterschenkel stand eine Muskelatrophie von 2 cm am Oberschenkel und von 2 cm am Unterschenkel gegenüber.

3.2.2.5. Die supramalleolären Tibiaosteotomien

Vorschäden waren bei den Osteotomien dieser Gruppe nicht vorhanden.

Unter den 4 posttraumatischen Fällen war einer, bei dem die primäre Behandlung im Klinikum Steglitz vorgenommen wurde, während in den 3 anderen Fallen die primäre Behandlung außerhalb erfolgte. Dabei ergab sich, daß in 3 Fällen eine operative Therapie vorgenommen und in einem Fall konservativ therapiert wurde.

In einem Fall, in dem eine Tibiafraktur im proximalen Abschnitt des distalen Drittels mit Rush-pins versorgt wurde, war die Indikation zu der Vorgehensweise allerdings fragwürdig.

Es wurden alle Korrekturen mit Plattenosteosynthesen fixiert. Dabei wurden die 2 Varusfehler in open-wedge Technik und die 3 Valgusfehler in closed-wedge Technik durchgeführt.

Von den 3 Valgusfehlern mit Achsenabweichungen zwischen 10 und 18 Grad war bei Nachuntersuchung einer ausgeglichen. Einmal verblieb ein Restfehler von 8 Grad, und in einem Fall zeigte sich postoperativ eine geringe Überkorrektur von 1 Grad.

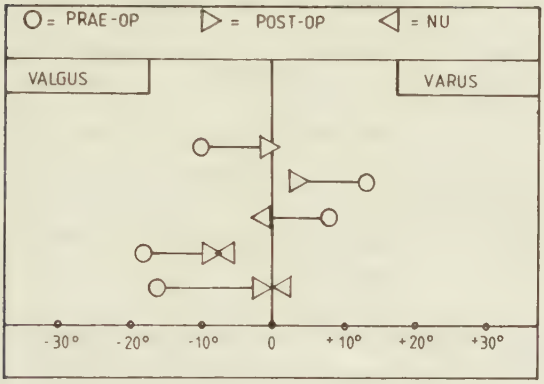


Abb. 22: Achsenverlauf der supramalleolären Tibiakorrekturen in der Frontalebene

Die beiden Varusfehler mit 8 beziehungsweise 13 Grad Achsenabweichung wurden bei Nachuntersuchung mit einem Restfehler von 3 Grad beziehungsweise - da keine Nachuntersuchung möglich war - postoperativ mit einem Restfehler von 5 Grad gemessen. Abb. 22 gibt eine Übersicht.

Nur in einem Fall konnte in dieser Gruppe eine Beurteilung des Arthroseverlaufs erfolgen, da die bei den restlichen Patienten vorliegenden Schwarzweißvergrößerungen der mikroverfilmten Röntgenbilder zur Arthrosebewertung ungeeignet waren. Es fand sich ein konstanter Befund des Stadiums 3 nach Bargon (3).

Bezüglich der Schmerzsymptomatik (z. Klassifizierung s. S. 34) zeigte sich in vier Fällen eine Abnahme der Schmerzen, die in einem Fall immerhin 5 Stufen betrug. Ein Patient gab unveränderte Schmerzintensität praeoperativ und bei Nachuntersuchung an. Eine Zunahme der Schmerzen kam nicht vor (s. Abb. 23).

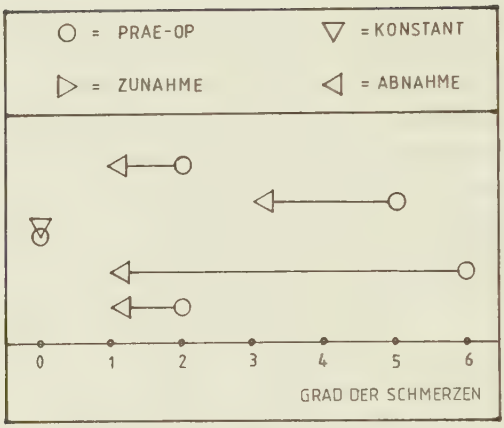


Abb. 23: Grad der Schmerzen praeoperativ und bei NU in der Gruppe der supramalleolären Korrekturen

Die Gehstrecke war bei 2 Patienten vor und nach der Korrektur frei. In einem weiteren Fall ergab sich eine erhebliche Zunahme der Gehstrecke von praeoperativem Dauerschmerz zu freier Gehstrecke bei Nachuntersuchung, und 1 x bestand eine Zunahme der Gehstrecke von 2.500-5.000 m zu freier Gehstrecke.
Eine Patientin gab an, bei ihr sei das Auftreten von Schmerzen nicht von der Gehstrecke, sondern davon abhängig, ob sie auf ebenem oder unebenem Untergrund ginge.

Von den insgesamt fünf Patienten dieser Gruppe konnte von 3 Patienten bei der Nachuntersuchung ein funktioneller Status bestimmt werden. Alle drei Patienten waren in der Lage, das obere Sprunggelenk in Neutralstellung zu bringen. Die Dorsalextension war in einem Fall frei, bei 2 Patienten bestand ein Defizit von 5-10 Grad. Die Plantarflexion war bei 2 Patienten frei, 1 x war sie gegenüber der gesunden Seite um 8 Grad verringert.
In 2 Fällen waren Schwellungen bis zu 3 cm feststellbar, und bei einer Patientin bestanden auf der betroffenen Seite am Oberschenkel eine

durch Muskelatrophie bedingte Umfangsverminderung von 3 cm und am Unterschenkel von 2 cm.

3.2.2.6. Korrekturen des oberen Sprunggelenks

Aus dieser Gruppe (n=8) lagen von 5 Patienten keine Angaben über Vorschäden vor. Bei 3 weiteren Patienten konnten Vorschäden definitiv ausgeschlossen werden.

Bis auf einen Patienten, bei dem keine diesbezüglichen Angaben erhältlich waren, wurden alle übrigen Patienten hinsichtlich der Erstversorgung außerhalb behandelt. Die Therapie erfolgte dabei 4 x operativ und 3 x konservativ. In zwei Fällen war bei den konservativ Behandelten die Indikation zu dieser Therapie deshalb fragwürdig, weil es sich dabei um Sprunggelenksfrakturen von Typ Weber C mit Ruptur der Syndesmosen handelte, und diese Verletzungsfolge mit der durchgeführten Behandlungsmethode nicht beseitigt wurde.

In 6 Fällen wurde eine Korrektur mittels Plattenosteosynthese in der Form durchgeführt, das zur Fixation der Tibia AO-Platten oder Kleeblattplatten und zur Stabilisierung der Fibula Drittelrohr- oder schmale Platten benutzt wurden. In einem Fall wurde bei einem Kind eine Minifragmentplatte eingebracht. Bei zwei anderen Fällen wurde einmal ein Fixateur externe benutzt, und einmal gelang die Stabilisierung der Korrektur mit zwei Malleolarschrauben. In drei Fällen wurde dabei in open-wedge, in einem Fall in closed-wedge Technik verfahren. Bei 2 Fällen fehlten zur Beantwortung dieser Frage die Röntgenbilder, in 1 Fall handelte es sich lediglich um die Korrektur einer Gelenkstufe.

Unter den Fehlstellungen, die einer Umstellungsoperation unterzogen wurden, waren 6 Valgusfehler. Bei einer Patientin bestand, wie erwähnt, eine Gelenkstufe, die zur Korrektur führte, und von einem Patienten war weder aus den Krankenunterlagen ersichtlich, um welchen Achsenfehler es sich handelte, noch konnte aus den spärlich vorhandenen mikroverfilmten

Röntgenbildern Entsprechendes entnommen werden. Dabei zeigten sich im Verlauf bei den Patienten mit beurteilbaren Bildern in 3 Fällen Restfehler zwischen 10 und 17 Grad, während in einem Fall eine Überkorrektur von 3 Grad erfolgte (s. Abb. 24).

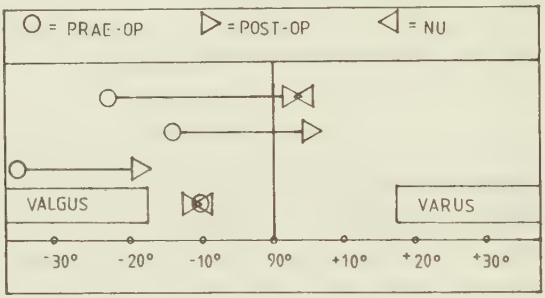


Abb. 24: Die Achsenverläufe der Korrekturen des OSG in der Frontalebene

Lediglich bei einer Patientin war es möglich, anhand einer kompletten Serie von Original-Röntgenbildern eine Aussage zur Arthrose des oberen Sprunggelenks zu machen. Es fand sich prae- und postoperativ sowie bei Nachuntersuchung eine Arthrose im Stadium 3 nach Bargon (3). Die von einer Patientin bei der Nachuntersuchung angefertigte Röntgenaufnahme ergab Zeichen der Sprunggelenksarthrose im Stadium 4 nach Bargon (3).

Über den Verlauf der Schmerzen konnten Angaben von 3 nachuntersuchten Fällen gewonnen werden, während in den anderen 5 Fällen hierzu keine Angaben vorhanden waren. Es gab eine Zunahme von Stufe 5 vor der Umstellung nach Stufe 6 bei Nachuntersuchung. Bei einer Patientin bestanden weder vor noch nach der Korrektur Schmerzen und in einem Fall war eine Abnahme der Schmerzen um 2 Stufen zu verzeichnen.

Parallel zu den Schmerzen verhielt sich bei denselben Patienten die Gehstrecke, die schmerzfrei zurückgelegt werden konnte. In einem Fall

nahm die Gehstrecke von praeoperativ 100-1.000 m auf 0 m bei Nachuntersuchung ab. Dagegen war bei einer weiteren Patientin die Gehstrecke zu beiden Punkten frei, und im dritten Fall blieb sie konstant im Bereich von 1.000-2.500 m.

Funktionell waren alle 3 Patientinnen dazu in der Lage, das obere Sprunggelenk in Neutralstellung zu halten. War in einem Fall das Bewegungsausmaß völlig frei und seitengleich, so zeigte sich bei den beiden anderen Fällen eine totale Hemmung der Dorsalextension. Die Plantarflexion lag dabei einmal im Normbereich, während sie im anderen Fall mit nur 20 Grad deutlich reduziert war, wozu noch erschwerend ein auf ein Drittel reduziertes Bewegungsausmaß im unteren Sprunggelenk hinzu kam.

An schwellungsbedingten Umfangsvermehrungen gegenüber der gesunden Seite war 2 x eine Zunahme am Knöchel bis zu 3 cm zu verzeichnen. Im dritten Fall betrug die Zunahme sogar 5.5 cm.

Muskelatrophien waren 2 x feststellbar. Die meßbare Umfangsverminderung betrug in einem Fall je 1.5 cm an Ober- und Unterschenkel und im anderen Fall 1.5 cm am Ober- und 3 cm am Unterschenkel.

3.3. Diskussion

Gegenstand der folgenden Diskussion soll zum einen die Gegenüberstellung der bei den osteotomierten Patienten gefundenen praeoperativ vorliegenden Befunde und Diagnostik mit den in der Literatur angegebenen Parametern sein. Im zweiten Teil folgt dann eine Beurteilung der Ergebnisse der durchgeführten Korrekturen.

Zur Bestimmung der Beinachsen gibt es, wie unter Punkt 2.2.1. dargestellt, verschiedene Methoden. Voraussetzung zur Ermittlung möglichst exakter Winkel ist dabei nach Meinung aller zitierten Autoren (1, 13, 18, 33, 36, 38, 2, 43, 44, 45, 46, 49, 53, 54, 55, 56, 58) die praeoperative Durchführung von Beinganzaufnahmen möglichst unter Belastung. Im untersuchten Krankengut wurden Ganzaufnahmen im Liegen lediglich für die kniegelenksnahen Umstellungen angefertigt. Jedoch wurden bei den supracondylären Femurosteotomien diese Aufnahmen nur in knapp der Hälfte der Fälle (s. Tab. 16) und bei den Tibiakopfumstellungen sogar nur in 2 Fällen vorgefunden.

Die empfohlene praeoperative zeichnerische Durchführung der Korrektur anhand der Ganzaufnahmen zur Ermittlung des Korrektur- beziehungsweise darüberhinaus auch des Betrages eines möglichen Überkorrekturwinkels, konnte in den Krankenblättern nicht gefunden werden.

So mußte bei der Bestimmung der Achsenfehler anläßlich dieser Untersuchung auf die statt der Ganzaufnahmen vorliegenden, nur die betroffenen Anteile der Extremität abbildenden, Röntgenbilder zurückgegriffen werden. Interessanterweise lagen bei 2 kniegelenksnahen Umstellungen sowohl Ganzaufnahmen als auch Teilaufnahmen prae- und postoperativ vor, aus denen die Beinachsen bestimmt und dann verglichen wurden. Dabei zeigte sich zwischen den aus den Ganzaufnahmen und den Teilaufnahmen bestimmten Achsenwerten nur Abweichungen von maximal 2 Grad. Dies kann nicht bedeuten, daß die Ganzaufnahmen praeoperativ entbehrlich wären. Es deutet aber darauf hin, daß bei exakt eingestellter Extremität - dies bedeutet in erster Linie möglichst exakt frontalisierte Knieschei-

ben - die Teilaufnahme zur postoperativen Kontrolle eines Korrekturergebnisses dienen kann.

Abgesehen von der Ungenauigkeit, die bei der zeichnerischen Ermittlung der Beinachsen beim Einzeichnen und Ausmessen entsteht, können auch Beinganzaufnahmen, wie Oest (44) und Oest/ Sieberg (43) zeigen, durch von der Neutralstellung abweichende Einstellungen Achsenfehler vortäuschen. Insofern bleibt eine gewisse Differenz zwischen der zum Teil propagierten rechnerischen Exaktheit bei der Bemessung des Korrekturwinkels und den Bedingungen, unter denen die dafür notwendige Voraussetzung - das Röntgenbild - erstellt wird, bestehen.
Während eine Mehrheit von Autoren (64, 10, 42, 36, 37, 59, 5, 49, 21) Achsenabweichungen in der Frontalebene erst ab Fehlern von 10 Grad als operationswürdig einstufen, halten mit Thiel (49), Dolanc (9) und Haas (17) eine Minderheit von Autoren bereits Achsenfehler ab 5 Grad für korrekturbedurftig. Für Drehfehler besteht nach überwiegender Meinung eine OP-Indikation ab Fehlstellungen von 10 beziehungsweise 15 Grad Fehlstellung. Ähnliche Fehler sind notwendig, um eine OP-Indikation für Abweichungen in der Sagittalebene zu begründen (s. Kap. 2.2.2.).

Wegen der zum Teil deutlich geringeren Kompensationsmöglichkeiten bedürfen - physiologische Bewegungsausmaße der einzelnen Gelenke vorausgesetzt - der Varus-, der Innenrotations- und der Antekurvationsfehler prinzipiell eher der Korrektur, als die jeweils gegensinnige Fehlstellung.

Als Kontraindikation werden eine ausgeprägte praeoperative Bewegungseinschränkung, starke Adipositas und schlechter Allgemeinzustand (50) sowie von Haas et al. (17) erhebliche Substanzverluste der Gelenkflächen genannt.

Unter den Fällen des eigenen Krankenguts gab es speziell bei den kniegelenksnahen Umstellungen zum Teil erhebliche Abweichungen bezüglich der genannten Indikationen in der Frontalebene. So wurden bei 11 Patienten 15 Korrekturen im Varussinn wegen vorbestehenden Valgusfehlern

von minimal 0 Grad bis maximal 4 Grad durchgefuhrt. Es waren in dieser Gruppe 10 Frauen und nur ein Mann betroffen, womit das Überwiegen der Frauen bei den supracondylaren Femurosteotomien insgesamt nochmals betont wird. Bei drei Patientinnen dieser Gruppe mit den geringfügigen Achsenfehlern, fanden sich kombinierte Fehlstellungen am Femur und am Tibiakopf. In diesen 4 Fällen bestand entweder eine ausgepragte Arthrose der Stufe 4 n. Jonasch, oder es wurden praeoperativ extreme Schmerzen angegeben, wobei in einem Fall beides zutraf.

In 3 Fällen wurden bei praeoperativen Achsenabweichungen von minimal 0 Grad und maximal 1 Grad im Varussinn Valgisierungsosteotomien am supracondylären Femur durchgefuhrt. Auch in diesen Fällen ließen sich mit 3 x Stufe 4 nach Jonasch praeoperativ starkste Arthrosezeichen und mit Schmerzen der Stufe 6 in einem Fall erhebliche Beschwerden vor der Umstellung nachweisen. Daruberhinaus bestanden deutlichere Achsenabweichungen in allen drei Fällen mit Fehlern zwischen 5 und 9 Grad im Varussinn am gleichseitigen Tibiakopf.

Im Verlauf zeigten lediglich diese 3 letztgenannten Falle ein deutlich ungünstiges Ergebnis, was auch bei der Nachuntersuchung dadurch zum Ausdruck kam, daß die Patienten auf die Frage, ob sie mit dem Ergebnis der Umstellung zufrieden wären, ausnahmslos mit "nein" antworteten.

Die relativ geringen praeoperativen Achsenabweichungen am Tibiakopf, die einer entsprechenden Korrektur unterzogen wurden, erklären sich dadurch, daß in diesen Fallen monocondylare Fehlstellungen nach Tibiakopffrakturen zu korrigieren waren.

Ansonsten gab es in den ubrigen Lokalisationen keine wesentlichen Abweichungen von den in der Literatur angegebenen Achsenfehlern, die als Indikation zur Korrektur gelten (s. Tab. 21).

Der geringste korrigierte Drehfehler im untersuchten Krankengut betrug 10 Grad, der größte 60 Grad. Beide Fehlstellungen waren Außendrehfehler. Innendrehfehler kamen nicht vor (s. Tab. 22).

Lokalisation	Varisierung - OP		Valgisierungs - OP	
	min.Fehler	max.Fehler	min.Fehler	max.Fehler
Femurschaft	38	38	-	-
Fem. suprac.	0	17	0	1
Tibiakopf	3.5	11	1	20
Tibiaschaft	15	15	8	27
Ti. supramall.	-	-	8	13
OSG	10	38	-	-

Tab. 21: Größter und kleinster korrigierter Achsenfehler in der Frontalebene

Lokalisation	Außendrehfehler		Innendrehfehler	
	min.	max.	min.	max.
Femurschaft	k.Ang.	k.Ang.	-	-
Fem. suprac.	20	60	-	-
Tibiakopf	15	25	-	-
Tibiaschaft	10	10	-	-
Ti. supramall.	-	-	-	-
OSG	-	-	-	-

Tab. 22: Größter und kleinster korrigierter Achsenfehler in der Horizontalebene

Soweit Achsenabweichungen in der Sagittalebene korrigiert wurden, geschah dies wegen eines minimalen Recurvationsfehlers von 13 und eines maximalen Fehlers von 15 Grad. Bei den korrigierten Antecurvationsfehlern betrug die minimale Abweichung 15 und die maximale Abweichung 16 Grad. In zwei Fällen waren die Fehler in dieser Ebene nicht eindeutig bestimmbar (s. Tab. 23).

Lokalisation	Rekurvation		Antekurvation	
	min.	max.	min.	max.
Femurschaft	k.Ang.	k.Ang.	-	-
Fem. suprac.	-	-	-	-
Tibiakopf	13	15	15	15
Tibiaschaft	-	-	16	16
Ti. supramall.	-	-	-	-
OSG	k.Ang.	k.Ang.	-	-

Tab. 23: Größter und kleinster korrigierter Achsenfehler in der Sagittalebene

Betrachtet man also die Gesamtheit der durchgeführten Korrekturen hinsichtlich der Indikation, so fällt bei den kniegelenksnahen Umstellungen auf, daß hier nicht allein das Ausmaß der Achsenabweichung, sondern bei entsprechender Symptomatik auch das Ausmaß der Schmerzen beziehungsweise der Arthrose den Ausschlag dafür gegeben hat, ob eine möglicherweise nur geringfügige Fehlstellung gewissermaßen als Prophylaxe zur Verhinderung von Spätschaden operiert wird.

Es soll dabei nicht unerwähnt bleiben, daß in 3 Fällen am supracondylären Femur entgegen den biomechanischen Überlegungen von Maquet (33), entgegen den gemessenen Achsenfehlern und innerhalb der insgesamt am supracondylären Femur durchgeführten Osteotomien als Ausnahme, Valgisierungsosteotomien bei nicht traumatischer Genese durchgeführt wurden, die zu einem unbefriedigenden Ergebnis bei Nachuntersuchung führten. Eine Korrektur im Tibiakopfbereich hätte hier möglicherweise ein günstigeres Ergebnis erbracht.

Für die übrigen Lokalisationen läßt sich im Hinblick auf die Achsenfehlstellung, ab der eine Korrektur als indiziert gilt, eine Übereinstimmung zwischen den in der Literatur gefundenen Werten und den im Klinikum Steglitz zur Anwendung gekommenen feststellen.

Zu der Frage, ob das fortgeschrittene Lebensalter eine Kontraindikation für Korrekturosteotomien darstellt, finden sich in der Literatur keine direkten Hinweise. Im untersuchten eigenen Krankengut waren die ältesten Patienten in der Gruppe der Tibiakopfumstellungen mit 79 und in der Gruppe der supracondylären Femurumstellungen mit 73 Jahren zu finden. Entsprechend erhöht fand sich auch das Durchschnittsalter bei den kniegelenksnahen Umstellungen. Im Endeffekt war bei den älteren Patienten lediglich eine gering verlängerte stationäre Verweildauer zu beobachten, die sich zum Beispiel durch eine längere postoperative Mobilisationsphase erklärte. Außerdem wurde bei wenigen älteren Patienten auf die nach etwa 12 Monaten übliche Materialentfernung verzichtet. Soweit ältere Patienten zur Nachuntersuchung erschienen, liessen sich auffällig schlechtere Untersuchungsbefunde im Vergleich mit den übrigen Patienten nicht feststellen, so daß die Entscheidung, bis zu welchem Alter Umstellungsoperationen durchgefuhrt werden konnen, im Einzelfall getroffen werden sollte.

In der Gesamtübersicht (s. Tab. 24) bieten die kurz- bis mittelfristigen Nachuntersuchungsergebnisse ein erfreuliches Bild.

Von den 46 Patienten, die die Frage, ob sie mit dem Operationsergebnis

zufrieden wären, beantworteten, wurde 38 x mit "ja" geantwortet, während 8 Patienten diese Frage mit "nein" beantworteten. Dieser sicherlich zunächst etwas grobe Indikator für den Erfolg oder Mißerfolg der operativen Maßnahmen läßt sich jedoch in der Übersicht der Nachuntersuchungsbefunde bestätigen.

Die Summe der Arthroseverläufe von 28 komplett beurteilbaren Fällen zeigt in 7 Fällen eine Zunahme, in 5 Fällen eine Abnahme und in 16 Fällen einen konstanten Befund der Arthrose. Dieses Ergebnis vermittelt auf den ersten Blick keinen besonders positiven Eindruck, da immerhin die Anzahl der Zunahmen größer ist als die der Abnahmen. Es deckt sich jedoch mit den Beobachtungen anderer Autoren (11, 17, 36, 37, 41, 64, 23), daß die Zunahme der Arthrose nicht auch zwangsläufig mit einer Zunahme der Schmerzen einhergeht. Zudem bedeutet das Aufhalten einer Arthrose im Rahmen einer Spätkorrektur, daß damit ein Teilziel erreicht wurde. Dieser Umstand mag besonders für die supracondylären Femurosteotomien (8 x konstanter Arthrosebefund) und die Tibiakopfumstellungen (6 x konstanter Arthrosebefund) zutreffen, bei denen mit insgesamt 12 Um-stellungen wegen idiopathischer Achsenfehler, bei denen sich die Beschwerden eher langsam entwickeln, auch der Schwerpunkt der unveränderten Arthrosen lag. Der Arthrosebefund für sich allein kann daher kein Erfolgskriterium für das Ergebnis einer Umstellungsoperation sein, sondern er muß im Zusammenhang mit den übrigen Parametern gesehen werden.

Von den 48 Patienten, bei denen die Achsenstellung prae- und postoperativ ermittelt werden konnte, waren die vorbestehenden Achsenfehler von 7 Patienten postoperativ ausgeglichen. Überkorrekturen wurden bei 10 supracondylären Femurumstellungen und bei je 1 Umstellung der supracondylären Tibia sowie am oberen Sprunggelenk gemessen. Daß mit 29 Fällen, in denen Restfehler verblieben, eine recht große Gruppe resultierte, hat zunächst zwei offensichtliche Gründe: der eine liegt darin, daß die gemessenen Achsenverhältnisse auf Normalwerte und nicht auf Normalbereiche bezogen wurden, so daß bereits minimale Achsenabweichungen als Fehler gezählt wurden. Läßt man hier eine gewisse Streu-

breite zu, wie sie sich beispielsweise schon in der Literatur (s. Kap. 2.1.4.) andeutet, dann fallen entsprechend des gewählten Normalbereichs auch mehr Behandlungsergebnisse bezüglich der erreichten Achsenstellung in die Kategorie "ausgeglichen". Ein weiterer Grund für Restfehler mag sein, daß im Gegensatz zu den Umstellungen supracondylär am Femur für die überwiegend in Varusfehlstellung befindlichen Tibiakopfkorrekturen eine Überkorrektur allgemein nicht empfohlen wird, so daß hier die physiologische Achsenstellung die Obergrenze für das angestrebte Ausmaß der Umstellung darstellt. Dies konnte eine Ursache für die größte Gruppe der Restfehler, die Tibiakopfumstellungen mit 15 derartigen Fällen, sein. Bezogen auf die Anzahl der Fälle bei den einzelnen Lokalisationen traten Restfehler in hohem Maße bei den supramalleolaren Tibiaosteotomien (3 x) und am oberen Sprunggelenk (3 x) sowie in geringerem Umfang bei den supracondylaren Femurkorrekturen (6 x), den Femurschaftosteotomien (1 x) und bei den Tibiaschaftumstellungen (1 x) auf.

Ein Korrekturverlust zwischen dem postoperativen Zustand und dem Befund bei Nachuntersuchung konnte nur bei einer monocondylären Tibiakopfumstellung mit 5 Grad beobachtet werden.

Bei dem Vergleich der Schmerzsymptomatik, die die Patienten vor und nach der Umstellung angaben, fand sich unter 42 Fällen in 26 Fällen eine zum Teil erhebliche Abnahme (s. Tab. 24) der Schmerzen bei Nachuntersuchung. Während nur in 5 Fällen innerhalb der nachuntersuchten Gruppe eine Zunahme der Schmerzen zu verzeichnen war, blieb bei 11 Patienten der Grad der Schmerzen vor und nach der Korrektur gleich.

Die Betrachtung des Gehstreckenverlaufs weist für die 33 Fälle, die hierzu Angaben machten, die insgesamt positivste Bilanz auf: nur 1 Patienten, die nach der Umstellung eine reduzierte Gehstrecke hatten, standen 23 Patienten mit einer Zunahme der schmerzfreien Gehstrecke gegenüber, wobei die Zunahme in 13 Fällen zu einer freien Gehstrecke führte. Außerdem konnte in 9 Fällen eine weitere Abnahme der Gehstrecke verhindert werden. Es lagen in diesen Fällen praeoperativ und bei Nachuntersuchung also konstante Befunde vor.

Lokalisation	Arthrose			Achsenstellung			Gehstrecke			Schmerzen			Patientenurteil	
	⇦	⇨	konst.	über korr.	ausg. gleich.	Rest fehl.	⇦	⇨	konst.	⇦	⇨	konst.	zufrie- den	unzufrie- den
Femurschaft	n.b.	n.b.	n.b.	-	-	1	n.b.	n.b.	n.b.	-	1	-	k.Ang.	k.Ang.
Fem. suprac.	4	2	8	10	-	6	10	1	-	2	11	4	15	4
Tibiakopf	3	2	6	-	4	15	8	-	5	1	8	4	14	1
Tibiaschaft	-	1	-	-	2	1	1	1	1	1	1	1	3	1
Ti. supramall.	-	-	1	1	1	3	2	-	2	-	4	1	5	-
OSG	-	-	1	1	-	3	1	1	1	1	1	1	1	2
Gesamt	7	5	16	12	7	29	22	3	9	5	26	11	38	8

Tab. 24: Gesamtübersicht über die Nachuntersuchungsergebnisse

Den Zahlen, die statt einer Verbesserung eine Verschlechterung des Befundes bei Nachuntersuchung anzeigen, entsprechen 8 Patienten, die mit dem Operationsergebnis unzufrieden waren. In der Gruppe der supracondylären Femurumstellungen waren 4 unzufriedene Patienten. Es waren neben den oben erwähnten Valgisierungen bei nur sehr geringer beziehungsweise keiner Fehlstellung in diesem Bereich eine Patientin, bei der, abgesehen von einer Valgusfehlstellung von 3 Grad, eine PCP bekannt war. Während sich bei der Nachuntersuchung dieser Patientin der ursprüngliche Achsenfehler in 14 Grad Überkorrektur fand, ergab sich außerdem eine Abnahme der Schmerzen um 2 Stufen sowie eine Zunahme der Gehstrecke von ursprünglichem Dauerschmerz zu bis zu 1.000 m schmerzfreier Gehstrecke nach der Umstellung. Abgesehen von der erheblichen Überkorrektur mag bei dieser Patientin eine falsche Erwartungshaltung sowie die PCP der Grund für die Unzufriedenheit mit dem immerhin gegenüber dem Vorbefund gering gebesserten Zustand sein. Die vierte Patientin wurde zu den Unzufriedenen gezählt, weil sie bei der Beantwortung dieser Frage unentschieden war. Eine Verlaufsbeobachtung bezüglich Schmerzen und Gehstrecke war hier nicht möglich, da die alkoholkranke Patientin keine entsprechenden Angaben machen konnte. Hinsichtlich der Achsenstellung bestand ein Restfehler von 6 Grad.
Eine Patientin, bei der wegen eines Varusfehlers im Tibiakopf von 9 Grad eine intraligamentäre Anhebungsosteotomie durchgeführt wurde, hatte sich später in einem anderen Haus eine Schlittenprothese implantieren lassen, da sie mit dem Ergebnis der Umstellung wegen persistierender Schmerzen unzufrieden war.

In der Gruppe der Tibiaschaftumstellungen war eine Patientin wegen einer verbliebenen Spitzfußstellung bei ausgeglichenem Achsenfehler unzufrieden. Eine Beurteilung der Schmerzen und der Gehstrecke im Verlauf war wegen fehlender Angaben nicht möglich.

Bei den Korrekturen des oberen Sprunggelenks mußten 2 Fälle anhand der Befunde bei Nachuntersuchung als unbefriedigend eingestuft werden, was auch in der subjektiven Beurteilung der betroffenen Patientinnen zum Ausdruck kam. Praeoperativ bestanden bei diesen Fällen ungenügend be-

handelte Sprunggelenksfrakturen mit nicht versorgter Syndesmosenruptur, wobei in einem Fall praeoperativ eine Arthrose im Stadium 3 n. Bargon bestand, während im anderen Fall eine diesbezügliche Beurteilung wegen insuffizienter Bilder nicht erfolgen konnte. Bei Nachuntersuchung zeigte sich im ersten Fall ein Arthrosestadium 3-4 n. Bargon und im zweiten Fall eine Arthrosestadium 4 n. Bargon, wobei in beiden Fällen in der seitlichen Aufnahme das Gelenk in Subluxationsstellung stand. Die schlechten Verläufe bezüglich Schmerzsymptomatik und Gehstrecke leiten zu der Frage, ob in diesen Fällen nicht eine Arthrodese primär indiziert gewesen wäre, wovon im Untersuchungszeitraum 50 derartige Operationen im Klinikum Steglitz durchgeführt wurden.
Bei der Beantwortung muß man sich, und dies gilt auch für die kniegelenksnahen Umstellungen, über den endgültigen Charakter einer solchen Maßnahme im klaren sein. Demgegenüber gestattet der Versuch einer Korrekturosteotomie nach einem erhofften beschwerdefreien Intervall von fünf bis zehn Jahren weitere Maßnahmen, zu denen dann auch die Alloarthroplastik von Knie- und Sprunggelenk zählen. Ihr Einsatz ist jedoch zur Zeit noch weitgehend von dem Charakter als ultima ratio bestimmt.
Die Vorgehensweise sollte, soweit im Einzelfall möglich, bei der Aufklärung des Patienten erwähnt werden, um nicht durch falsche Erwartungshaltungen der Patienten die postoperativ entscheidende Mithilfe bei der Mobilisation und eventuellen Reoperationen zu verspielen.

Angesichts der Tatsache, daß von den befragten Patienten 82 % mit dem Ergebnis der Korrekturosteotomie zufrieden waren, während unter den übrigen Unzufriedenen immerhin noch 3 Fälle waren, bei denen Teilverbesserungen feststellbar waren, sollten diese kurz- bis mittelfristigen Nachuntersuchungsergebnisse Anlaß dazu sein, bei relativ weiter Indikationsstellung die Entscheidung, ob ein Achsenfehler korrekturbedürftig ist oder nicht, nach gründlicher Vorbereitung zu treffen, um die Quote der erfolgreichen Korrekturen für die Zukunft auf dem gegenwärtigen Niveau zu halten oder zu verbessern.

3.4. Zusammenfassung

Von den 67 Patienten, bei denen in den Jahren 1975 - 1982 73 Korrekturosteotomien an der unteren Extremität in der Abteilung für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie des Klinikum Steglitz der Freien Universität Berlin vorgenommen wurden, konnten für diese Arbeit 39 Patienten nachuntersucht werden. Von 8 weiteren Patienten konnte anhand eines Fragebogens Auskunft über die Art ihrer Beschwerden vor und nach der Umstellung erlangt werden.
Es wurden 2 Femurschaftosteotomien, 33 supracondyläre Femurosteotomien, 21 Tibiakopfumstellungen, 4 Tibiaschaftosteotomien, 5 supramalleoläre Tibiakorrekturen und 8 Umstellungen am oberen Sprunggelenk vorgenommen.

Im Unterschied zur Mehrheit der zitierten Autoren wurde beim untersuchten Krankengut mit einer relativ weiten Indikationsstellung, die Achsenfehler von unter 5 Grad bei gleichzeitig bestehenden maximalen Schmerzen und erheblicher Arthrose umfaßt, operiert.

Als Osteosynthesematerial wurde ausschließlich solches der AO verwandt.

Entgegen der Empfehlung einer großen Mehrheit von Operateuren und Röntgenologen wurden Beinganzaufnahmen nur bei knapp der Hälfte der Fälle der kniegelenksnahen Korrekturen zur Planung der Operationstaktik und zur Festlegung des Korrekturausmaßes angefertigt.

Obwohl nicht immer die angestrebte Korrektur verwirklicht werden konnte - die Ergebnisse zeigten zum Teil Restfehler, beziehungsweise größere Überkorrekturen - ergaben die funktionellen Untersuchungen bis auf wenige Ausnahmen entweder eine deutliche Verbesserung der Belastbarkeit, oder, analog zur Zielsetzung der Spätkorrektur, ein Sistieren der Beschwerdesymptomatik.
Dies spiegelt sich unter anderem darin wider, daß von den 46 Befragten Patienten 38 mit dem Behandlungsergebnis zufrieden waren. Selbst unter den 8 Unzufriedenen gab es Abnahmen der Schmerzen und Zunahmen in der schmerzfreien Gehstrecke.

Eine Beurteilung nach einem Bewertungsschema wurde bewußt unterlassen, da es ein allgemein anerkanntes Schema nicht gibt, so daß damit eine Vergleichbarkeit von Nachuntersuchungsergebnissen zur Zeit nur durch eine möglichst anschauliche Darstellung von Einzelkriterien und deren kritischer Betrachtung möglich ist.

4. Kasuistik

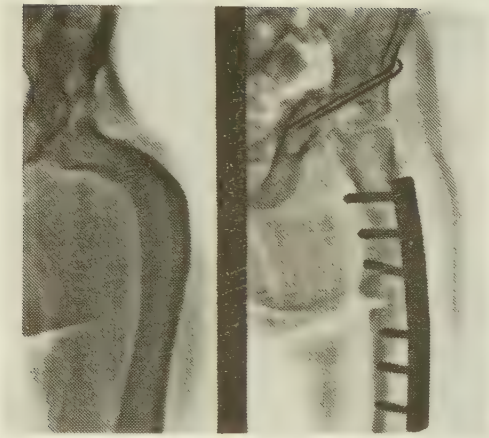


Abb. 1.1.

1. Fall: 8-jährige ausländische Patientin mit sogenannter angeborener Hüftgelenksdysplasie und Varusverbiegung des Femurschaftes nach frag-

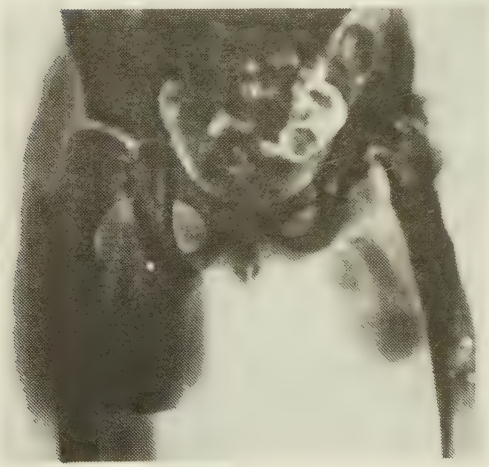


Abb. 1.2.

Abb. 1.3.

Abb. 1.4.

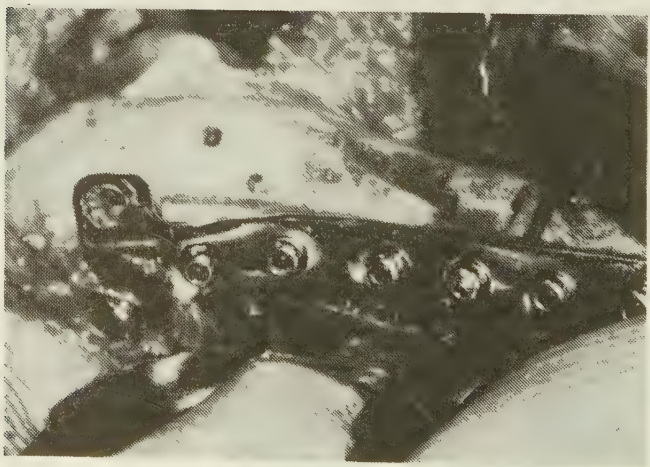
lichem Geburtstrauma (s. Abb. 1.1.). Mehrere Voroperationen im Ausland. Nach Chiari-Osteotomie und Korrektur der Femurschaftfehlstellung mittels Plattenosteosynthese und Spongiosaplastik bis auf verbliebene Verkürzung von 5.5 cm gegenüber 14 cm praeoperativ (s. Abb. 1.3.) weitgehend normale Achsenverhältnisse im Femurbereich (s. Abb. 1.2.-1.4.).

Abb. 2.1.

Abb. 2.2.

Abb. 2.3.

Abb. 2.4.



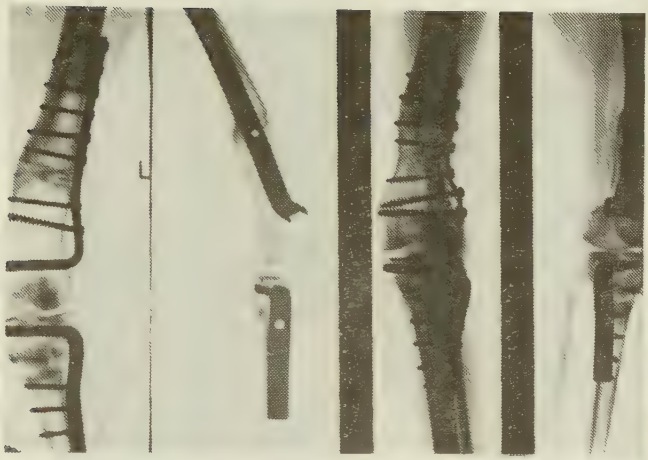


Abb. 2.5.

Abb. 2.6.

2. Fall: Abbildung 2.1. zeigt den Zustand einer 19-jährigen Patientin vor der Behandlung im Klinikum Steglitz, bei der bereits verschiedene Korrekturversuche im Ausland stattgefunden hatten. Abgesehen von der Tibiakopfpseudarthrose wurde zunächst der Varusfehler des Femur im open-wedge Verfahren beseitigt (s. Abb. 2.2.). In zweiter Sitzung wurde dann der hypoplastische laterale Femurcondylus nach distal verlagert (s. Abb. 2.3.-2.5.). Nach Abschluß der Behandlung weitgehend physiologische Achsenverhältnisse (s. Abb. 2.6.).

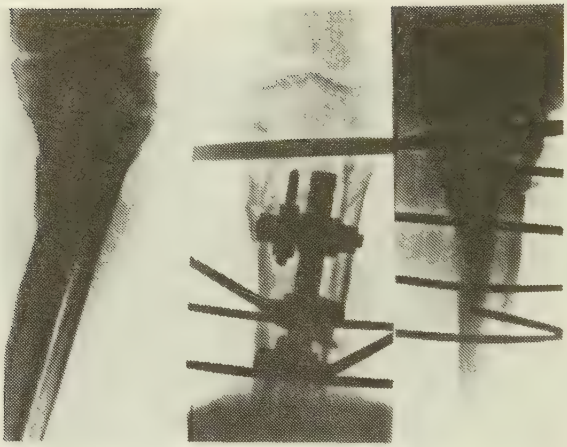


Abb. 3.1.

Abb. 3.2.

Abb. 3.3.

Abb. 3.4.

3. Fall: 44-jähriger ausländischer Patient mit Varusfehlstellung des linken Tibiakopfes nach unbekanntem Trauma (s. Abb. 3.1.+3.3.). Operative Versorgung mit dreidimensionalem Spanner (Abb. 3.1.). Nach Entfernung des Fixateurs 3.5 Monate nach OP Achsenfehler ausgeglichen (Abb. 3.2.). Verbliebene Schwellung im Narbenbereich infolge Weichteilinfektion nach Materialentfernung (Abb. 3.4.).

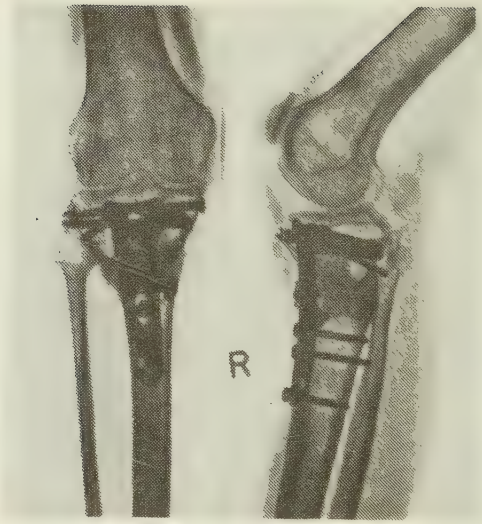


Abb. 4.1.

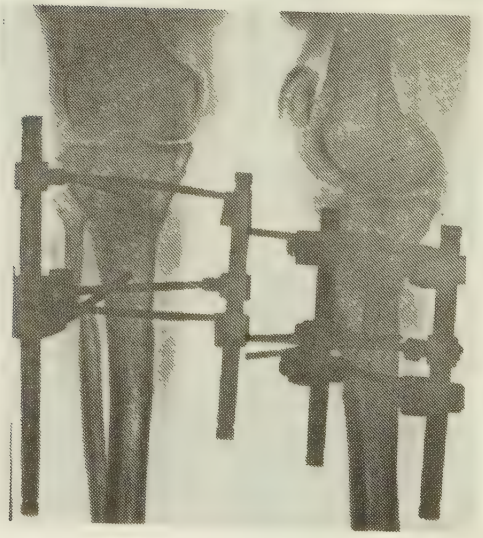


Abb. 4.2.

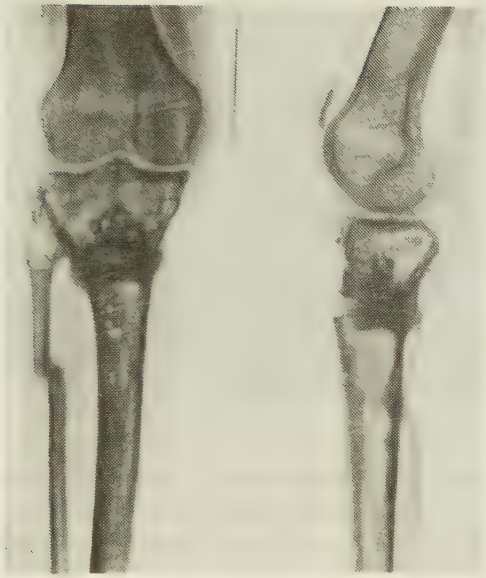


Abb. 4.3.

4. Fall: 50-jährige Patientin, deren Tibiakopftrümmerfraktur im Urlaubsort unsachgemäß versorgt wurde (Platte von ventral eingebracht, wobei das Lig. patellae mitverschraubt wurde, s. Abb. 4.1.). Der Antekurvationsfehler wurde 10 Monate nach dem Unfall im Klinikum Steglitz durch Einbringung eines corticospongiösen Spans und Fixierung mit äußerem Spanner ausgeglichen (s. Abb. 4.2.). Nach Entfernung des Fixateurs 2 Monate nach OP normale Achsenverhältnisse (s. Abb. 4.3.).

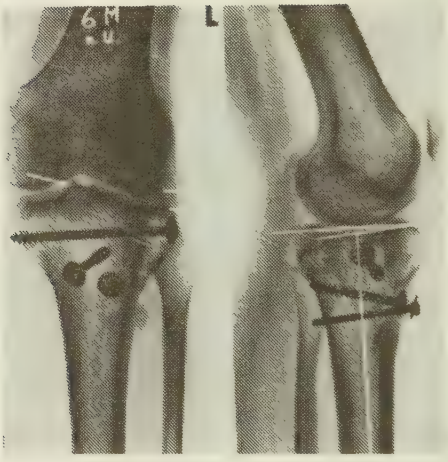


Abb. 5.1.

5. Fall: 19-jähriger Patient, der sich bei einem Motorradunfall eine Tibiakopffraktur zuzog, die in einem anderen Krankenhaus versorgt wurde (s. Abb. 5.1.). Das nach laterodorsal abgesunkene Tibiaplateau wurde

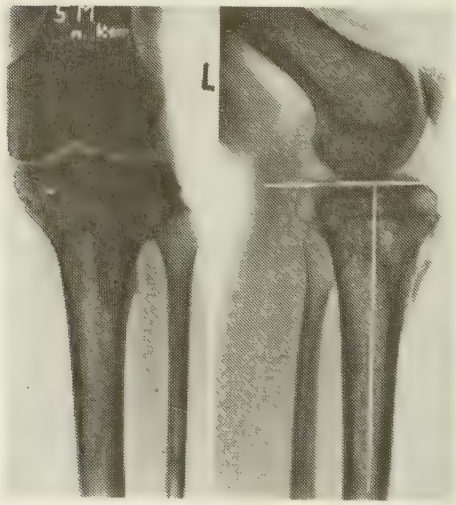


Abb. 5.2.

Abb. 5.3.

durch eine intraligamentäre Keilosteotomie angehoben (s. Abb. 5.2.). Die Abbildungen 5.3. und 5.4. zeigen den Zustand vor und nach Korrektur.

Abb. 5.4.

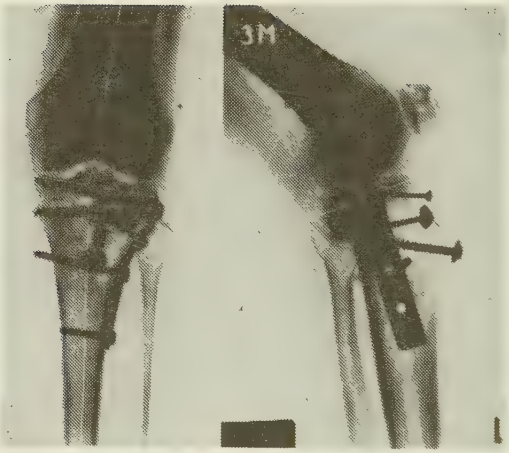


Abb. 6.1.

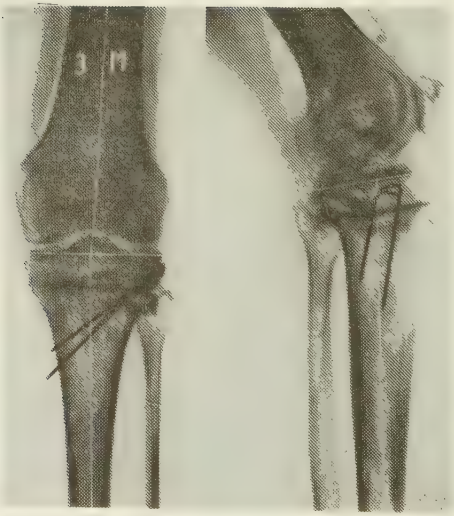


Abb. 6.2.

Abb. 6.3.

Abb. 6.4.

6. Fall: 50-jährige Patientin, die bereits zu einem früheren Zeitpunkt eine Tibiakopffraktur erlitt. Nach erneuter Tibiakopffraktur erfolgte die Osteosynthese mit Bandi-OP und Meniskektomie im Klinikum Steglitz (s. Abb. 6.1.). Während der Nachbehandlung fiel eine Seitenbandinstabilität auf, so daß bei der vorzeitigen Materialenfernung nach 4 Monaten eine intraligamentäre Anhebungsosteotomie vorgenommen wurde (Abb. 6.2. und 6.3.), die bei korrekten Achsenverhältnissen zu guter Seitenbandstabilität führte (s. Abb. 6.4.).

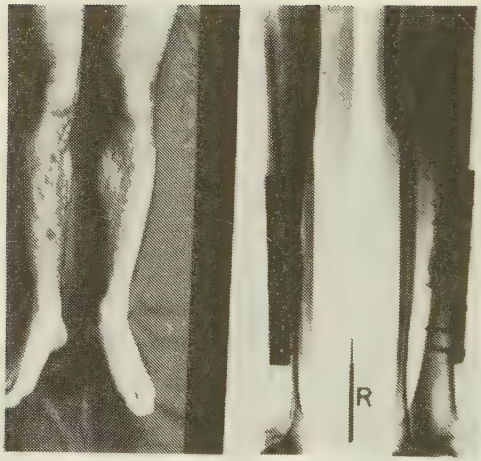


Abb. 7.1.

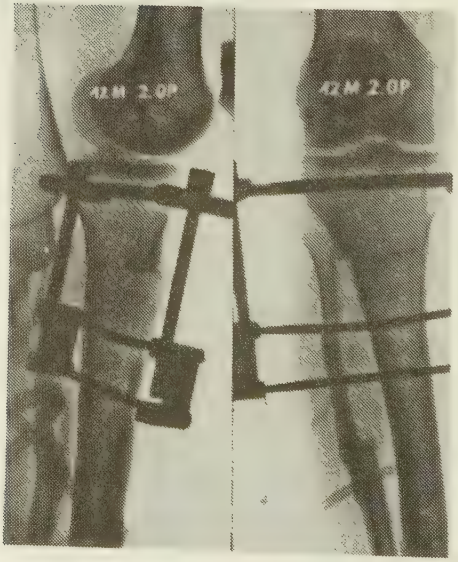


Abb. 7.2.

Abb. 7.3.

Abb. 7.4.

7. Fall: 27-jähriger Patient, der nach einem Motorradunfall eine Tibiaschaftfraktur erlitt, die in einem auswärtigen Krankenhaus mit einer Plattenosteosynthese versorgt wurde (Abb. 7.1.). Dabei entstand ein Außendrehfehler von 25 Grad. Nach 1.5 Jahren erfolgte im Klinikum Steglitz die Korrektur im Tibiakopfbereich (s. Abb. 7.2.). Die Abbildungen 7.3. und 7.4. zeigen das Ergebnis bei Nachuntersuchung.

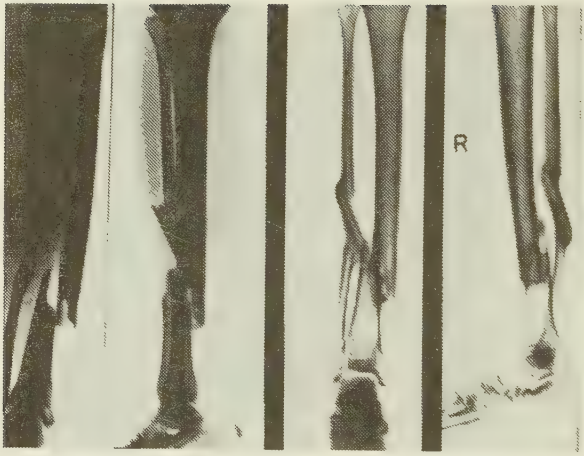


Abb. 8.1.

Abb. 8.2.

Abb. 8.3.

Abb. 8.4.

8. Fall: 24-jährige Patientin, deren im Ausland erlittene komplette Unterschenkelschaftfraktur nach konservativer Therapie in Fehlstellung ad latus um Schaftbreite und Verkürzung um 3 cm ausheilte (s.Abb.8.1. + 8.3.). Fünf Jahre nach dem Unfall wurde die Korrekturosteotomie im Klinikum Steglitz vorgenommen (s.Abb. 8.2.). Die Abbildung 8.4. zeigt die Patientin nach der Umstellung.

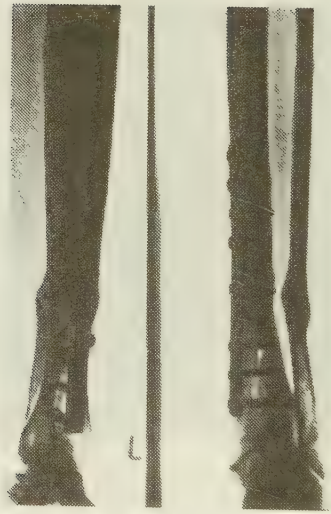


Abb. 9.1.

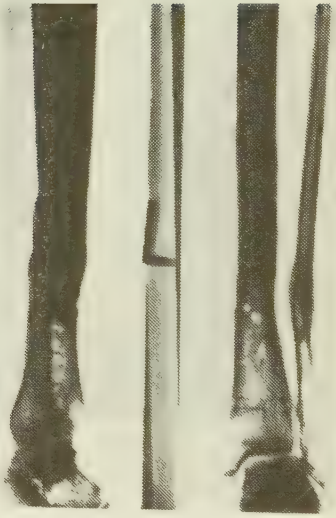


Abb. 9.2.

Abb. 9.3.

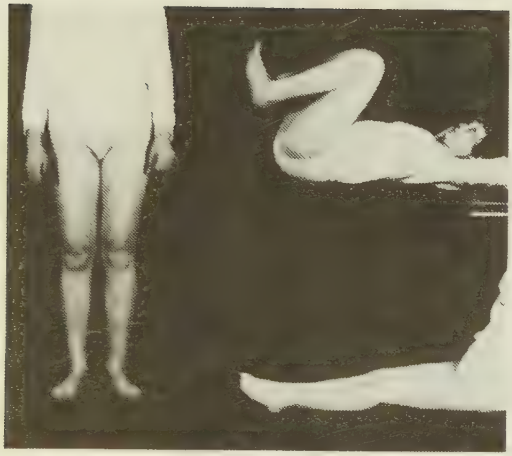


Abb. 9.4.

9. Fall: 52-jährige Patientin, die sich bei einem Skiunfall eine Fraktur des distalen Unterschenkels zuzog, die noch am Urlaubsort operiert wurde (s. Abb. 9.1.). Dabei wurde die Fibula nicht mitversorgt, so daß es zur Ausheilung in Valgusfehlstellung kam (s. Abb. 9.2.). Im Klinikum Steglitz erfolgte die supramalleoläre Keilresektion an der Tibia und die Verlängerung der Fibula mit dem resizierten Keil (s. Abbildung 9.3.). Die Abbildung 9.4. zeigt die Funktionsaufnahmen anläßlich der Nachuntersuchung.

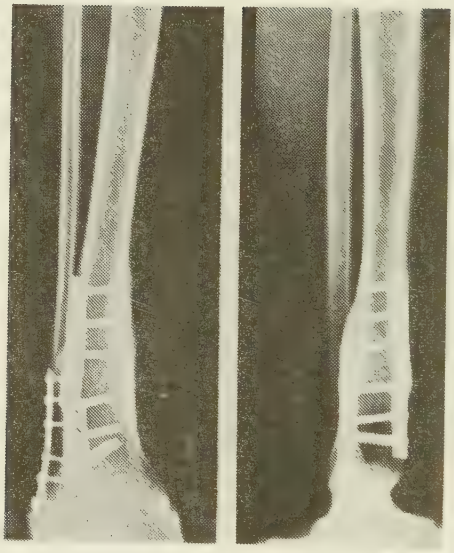


Abb. 10.1.

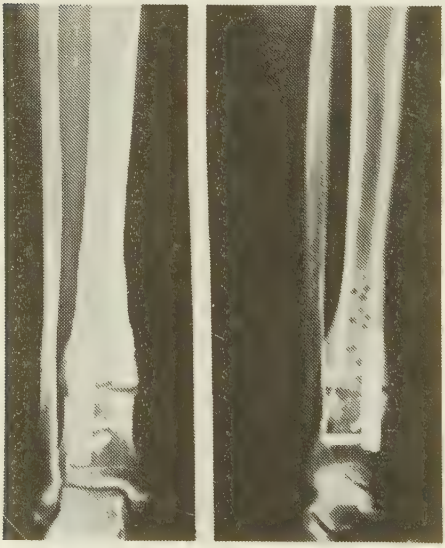


Abb. 10.2.

Abb. 10.3.

10. Fall: 27-jähriger Patient, dessen distale Unterschenkelfraktur zunächst problemlos versorgt werden konnte. Nach Entlassung kam es im weiteren Verlauf zum Plattenbruch (s.Abb. 10.1.), der jedoch vom Patienten akut nicht bemerkt wurde. Erst zunehmende Arthrosebeschwerden des oberen Sprunggelenks wegen der Varusfehlstellung veranlaßten den Patienten zur Wiedervorstellung in der Poliklinik. Die Korrektur wurde in open-wedge Technik mit Einfügen eines Beckenkammspans von medial durchgeführt (s.Abb. 10.2.). Die Abbildung 10.3. zeigt ein Röntgenbild der Extremität bei Nachuntersuchung vier Jahre nach der Korrektur.

Abb. 11.1.

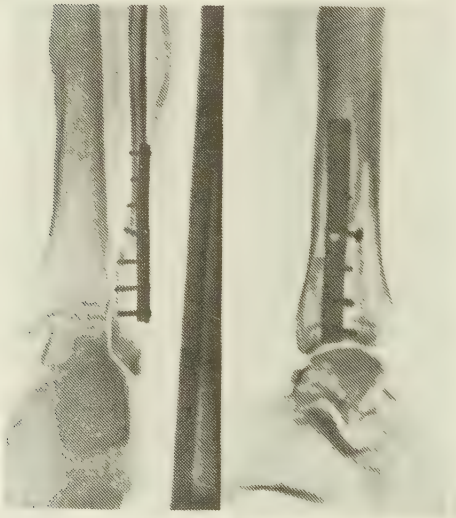


Abb. 11.2.

Abb. 11.3.

Abb. 11.4.

11. Fall: 33-jährige Patientin, die sich bei einem Skiunfall eine komplette distale Unterschenkelfraktur zuzog. Trotz operativer Behandlung kam es zur Rotationsfehlstellung und Verkürzung der Fibula (s.Abb. 11.1.). Die Beschwerden, die durch die Inkongruenzarthrose hervorgerufen wurden, führten die Patientin drei Jahre nach dem Unfallereignis ins Klinikum Steglitz, wo eine Derotations- und Verlängerungsosteotomie der Fibula vorgenommen wurde (s.Abb.11.2.). Die Funktionsaufnahmen (s.Abb. 11.3. + 11.4.) zeigen das seitengleiche Bewegungsausmaß beider Sprunggelenke.

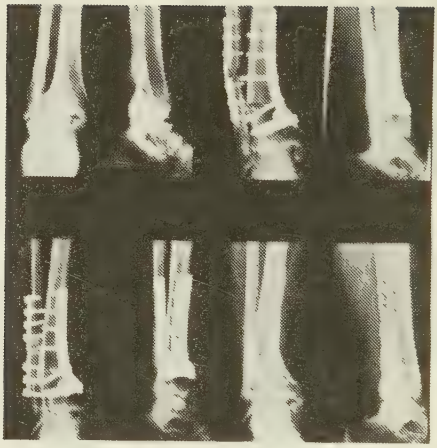


Abb. 12.1.

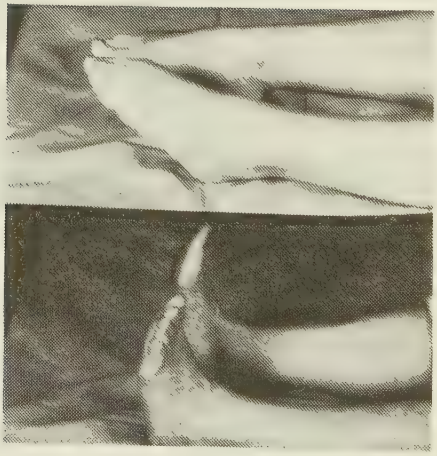


Abb. 12.2.

12. Fall: 42-jährige Patientin, deren 1961 erlittene Fraktur des distalen Unterschenkels aus heutiger Sicht unzureichend versorgt wurde. Sechzehn Jahre nach dem Unfall, in deren Verlauf mehrere operative Versuche zur Stabilisierung des oberen Sprunggelenks erfolgten, stellte sich die Patientin mit starken Beschwerden im Klinikum Steglitz vor (s.Abb. 12.1. oben links). Trotz erheblicher posttraumatischer Arthrose wurde eine Korrektur der Valgusfehlstellung vorgenommen, um der Patientin das Gelenk nach Möglichkeit zur erhalten. In zweiter Sitzung wurde die Fibula verkürzt (s.Abb. 12.1. unten links). Die Beschwerden der Patientin wurden durch die Eingriffe nur mäßig gebessert. Den Zustand bei Materialentfernung nach 14 Monaten zeigt die Abb. 12.1. unten rechts. Auf den Funktionsaufnahmen (s.Abb. 12.2.) erkennt man die Einschränkung der Palmarflexion der betroffenen Extremität.

4. Literaturverzeichnis

(1) Aldinger, G. : Mittelfristige Ergebnisse der kniegelenksnahen Osteotomie in der Behandlung der Gonarthrose
Z. Orthop. 119, (1981) 516-520

(2) Baacke, M. et al. : Grenzindikationen für die supracondyläre Femurosteotomie zur Behandlung der Gonarthrose
Z. Orthop. 112, (1974) 221-229, F. Enke Verl. Stuttgart

(3) Bargon, G. : Röntgenmorpholog. Gradeinteilung d. posttr. Arthrose im oberen Sprunggelenk. Hefte z. Unfallheilk. Nr. 133, 28-33, Springer Verlag Berlin 1978

(4) Betz, A. et al. : Fehlwachstum nach epiphysären Verletzungen. In: Korrekturosteotomien nach Traumen an der unteren Extremität. Hrsg.: G. Hierholzer, K.H. Müller, 359-370, Springer Verlag Berlin/ Heidelberg 1984

(5) Börner, M. et al. : Korrektureingriffe mit dem Verriegelungsnagel bei frakturbedingten Achsenabweichungen am Femur. In: Posttraumatische Fehlstellungen der unteren Extremität. 2. Steglitzer Unfall-Tagung. Hrsg.: R. Rahmanzadeh, F. Hahn. Schnetztor Verlag GmbH Konstanz (1984) 182-185

(6) Brunner, Ch.F. : Pathophysiologie der posttraumatischen Fehlstellung der unteren Extremität bei Kindern
dito, S. 59-62

(7) Brunner, Ch.F. : Korrekturosteotomien posttr. Fehlstellungen an der unteren Extremität beim Kind
dito, S. 63-69

(8) Charnley, J. : Compression Arthrodesis of the knee
J. of B. and J. Surgery
Vol. 34 B, No. 2, May 1952
187-199

(9) Dolanc, B., Weidmann, D. : Die hohe Tibiaosteotomie in der Behandlung bei Betagten
akt. gerontol. 10 (1980) 497-499

(10) Dölle, H., Rudolph, H. : Fehlheilungen am Femurschaft. In: Fehlheilungen am Knochen und Gelenken, 2. Rotenburger Symposium für Klinik und Praxis 1977,Hrsg.: H. Dölle, H. Rudolph, 83-91

(11) Ebel, R. : Die Schienbeinkopfosteotomie zur Behandlung der Gonarthrose
Z. Orthop. 116 (1978) 716-724

(12) Fochem, K. Klumair, J. : Atlas der röntgenologischen Meßmethoden
Springer Verl. Wien/ New York 1976

(13) Frank, W. et al. : Die Röntgenganzaufnahme in der Operationsplanung von Korrekturosteo-

tomien der Beine
Z. Orthop. 112 (1974) 344-347

(14) Franz, K. : Die infracondyläre Valgusdeformität an der Tibia von Heranwachsenden nach Frakturen der proximalen Schienbeinmetaphyse.
In: Posttraumatische Fehlstellungen der unteren Extremität.
2. Steglitzer Unfall-Tagung. Hrsg.: R. Rahmanzadeh, F. Hahn. Schnetztor Verlag GmbH Konstanz (1984) 75-79

(15) Frick, H. et al. : Allgemeine Anatomie, Spezielle Anatomie 1
G. Thieme Verl., Stuttgart 1977

(16) Giebel, G. et al. : Korrekturosteotomie am Schienbeinkopf mit einer speziellen Klingenplatte - Technik und Ergebnisse.
In: Posttraumatische Fehlstellungen der unteren Extremität.
2. Steglitzer Unfall-Tagung. Hrsg.: R. Rahmanzadeh, F. Hahn. Schnetztor Verlag GmbH Konstanz (1984) 161-167

(17) Haas, N. et al. Technik und Ergebnisse der kniegelenksnahen Osteotomien
Unfallheilk. 81, 634-641, (1978)

(18) Hagemann, H. et al. : Möglichkeiten, Technik und Ergebnisse kniegelenksnaher Osteotomien
Arch. Orthop. Traumat. Surg. 9, 117-123 (1979)

(19) Harper, M.C. et al. : Angulation Osteotomy. A trigonometric Analysis
Clinical Orthopaedics and Related Research 166 (1982), 173-181

(20) Hattab, A. et al. : Die proximale Tibiaosteotomie bei Behandlung der Arthrosis deformans des Kniegelenks
Z. Orthop. 114, 773-777 (1976)

(21) Hörster, G. : Zusammenfassung: Grundlagen der operativen Korrektur posttraumat. Fehlstellungen der unteren Extremität
In: Korrekturosteotomien n. Traumen a. d. unteren Extremität. Hrsg.: G. Hierholzer, K.H. Müller
Springer Verlag Berlin Heidelberg 1984, 63-66

(22) Isolauri, J. : Proximal Osteotomy of the tibia in the Treatment of Osteoarthritis of the knee. Arch. Orthop. Trauma. Surg. (1983) 102, 107-110

(23) Jonasch, E. : Zur Klassifizierung der Arthrose im Röntgenbild. Verhandlungen der Deutschen Orthopädischen Gesellschaft, 46, 579-580 (1959)

(24) Jungbluth, K.H. : Fehlwachstum nach Verletzungen ausserhalb der Epiphyse
In: Korrekturosteotomien n. Traumen a. d. unteren Extremität. Hrsg.: G. Hierholzer, K.H. Müller

Springer Verlag Berlin Heidelberg
1984, 371-381

(25) Kägi, F. : Biomechanik der Osteosynthese für Korrekturosteotomien a. d. unteren Extremität.
In:Posttraumatische Fehlstellungen der unteren Extremität.
2. Steglitzer Unfall-Tagung. Hrsg.: R. Rahmanzadeh, F. Hahn. Schnetztor Verlag GmbH Konstanz (1984) 39-44

(26) Keats, T.E. et al : Normal Axial Relationships of the Major Joints.
Radiology 87, (1966) 904-907

(27) Kleining, R. : Korrekturen der Kniegelenkkörper und intraligamentäre Anhebungsosteotomien
In: Posttraumatische Fehlstellungen der unteren Extremität.
2. Steglitzer Unfall-Tagung. Hrsg.: R. Rahmanzadeh, F. Hahn. Schnetztor Verlag GmbH Kontanz (1984) 59-62

(28) Klems, H. : Infracondyläre Tibiaosteotomie - Stabilisierung mit äußerem Spanner-Indikation, Technik, Komplikationen
Z. Orthop. 114, 26-31 (1976)

(29) Koebke, J. : Biomechanische Aspekte zur normalen und gestörten Beanspruchung des Beinskeletts
In: Posttraumatische Fehlstellungen der unteren Extremität.

2. Steglitzer Unfall-Tagung. Hrsg.: R. Rahmanzadeh, F. Hahn. Schnetztor Verlag GmbH Konstanz (1984) 11-20

(30) Kujat, R. : Ätiologie und Therapie von Fehlstellungen nach Verletzungen d. Epiphysenfuge am dist. Unterschenkel
dito, S. 70-74

(31) Kummer, B. : Biomechanische Grundlagen "beanspruchungändernder" Osteotomien im Bereich des Kniegelenks
Z. Orthop. 115 (1977) 923-928

(32) Lanz, T. et al. : Praktische Anatomie, Bd. 1 Teil 4: Bein und Statik
2. neubearbeitete Auflage, 1972
Berlin: Springer Verlag

(33) Maquet, P. : Korrekturosteotomien in der Behandlung der Kniegelenksarthrose
Orthopäde 8 (1979) 296-308

(34) Meeder, P.-J. : Zur Achsenkorrektur posttraumatischer Fehlstellungen der distalen Tibia
In: Posttraumatische Fehlstellungen der unteren Extremität.
2. Steglitzer Unfall-Tagung. Hrsg.: R. Rahmanzadeh, F. Hahn. Schnetztor Verlag GmbH Konstanz (1984) 116-119

(35) Morscher, E. : Pathophysiologie posttr. Fehlstellungen a. d. unteren Extremität

In: Korrekturosteotomien nach Traumen a. d. unteren Extremität. Hrsg.: G. Hierholzer, K.H. Müller. Springer Verlag Berlin Heidelberg 1984, 3-7

(36) Müller, K.-H. et al. : Korrekturosteotomien und ihre Ergebnisse bei kniegelenknahen posttraumatischen Fehlstellungen Unfallheilkunde 80, 359-367, (1977)

(37) Müller, K.-H. et al. : Korrekturosteotomien und ihre Ergebnisse bei idiopathischen kniegelenknahen Achsenfehlstellungen Unfallheilkunde 80, 457-464, (1977)

(38) Müller, M.-E. : Posttraumatische Achsenfehlstellungen an der unteren Extremität Huber. Bern 1967

(39) Müller, M.-E. : Die hüftnahen Femurosteotomien 2. Aufl., Thieme Verlag Stuttgart 1971

(40) Müller, M.-E. et al. : Manual der Osteosynthese (AO-Technik) Berlin: Springer 1977

(41) Müller, W. : Die Tibia-Osteotomie in der Therapie posttraumatischer Arthrosen am Kniegelenk. In: H.z. Unfallheilkunde 128, 175, Springer, Berlin, Heidelberg, New York 1976, 175-181

(42) Muhr, G. et al. : Fehlheilungen am Unterschenkel und

Sprunggelenk. In: Fehlheilungen an Knochen und Gelenken. 2. Rotenburger Symposium f. Klinik und Praxis 1977. Hrsg.: H. Rudolph, H. Dölle, 101-109

(43) Oest, O. et al. : Die Röntgenganzaufnahmen der unteren Extremitäten
Z. Orthop. 109, 54-72 (1971)

(44) Oest, O. : Röntgenologische Beinachsenbestimmung.Z.Orthop. 111, 497-500 (1973)

(45) Oest, O. : Die Achsenfehlstellung als praearthrotische Deformität für das kniegelenk und die röntgenologische Beinachsenbestimmung
Unfallheilkunde 81, 629-633 (1978)

(46) Ohl, E. : Die knienahe Osteotomie bei Gonarthrose. Med. Welt Bd. 28/ Heft 18, 860-868, 1977

(47) Pauwels, F. : Gesammelte Abhandlungen zur funktionellen Anatomie des Bewegungsapparates. Berlin, Heidelberg, New-York, Springer Verlag 1965

(48) Rahmanzadeh, R. et al. : Zur operativen Behandlung d. kniegelenksnahen Fehlstellungen
akt. traumatol. 9 (1977)
149-157, G. Thieme Verlag Stuttgart

(49) Rettig, H. : Rundtischgespräch: "Die Osteotomien am Tibiakopf"

Z. Orthop. 111 (1973) 543-544

(50) Richter, R. : Erfahrungen mit der Tibiakopfosteotomie bei Gonarthrosen
Arch. Orthop. Unfallchirurgie 80 107-118, 1974

(51) Rosemeyer, B. : Posttraumatische Unterschenkelfehlstellungen. Münch. med. Wschr. 121 (1979) Nr. 39, 1251-1252

(52) Rüter, A. et al. : Therapie der Arthrose am oberen Sprunggelenk. Diskussionsbemerkungen und Empfehlungen aller Teilnehmer. Leitung M. Allgöwer und H. Tscherne. H.z. Unfallheilkunde 133, 138-144, Springer 1978

(53) Schauwecker, H.-H. et al. : Technik und Ergebnisse der kniegelenksnahen Korrekturosteotomien akt. traumat. 9 (1979) 139-147

(54) Skuginna, A. : Wahl des Operationsverfahrens bei der Umstellungsosteotomie im Tibiakopfbereich
akt. traumatol. 9 (1979) 121-126
G. Thieme Verlag Stuttgart

(55) Spirig, B. : Die Diagnose der Achsenfehler der unteren Extremität
In: Müller, M.E.: Posttraumatische Achsenfehlstellungen an den unteren Extremitäten. Bern. Huber 1967

(56) Tönnis, D. : Die Indikation zur Korrekturopera-

tion bei fehlerhafter Achsenstellung der Gliedmaßen
aktuelle chirurgie 12 (1977) 13-24

(57) Trentz, O. et al. : Fehlheilungen am Kniegelenk
In: Fehlheilungen an Knochen und Gelenken. 2. Rotenburger Symposium für Klinik + Praxis v. 26.11.77, Hrsg.: H. Rudolph, H. Dölle, 92-100

(58) Wagner, H. : Prinzipien der Korrekturosteotomien am Bein
Orthop. 6 (1977) 145-177

(59) Wagner, H. : Indikation und Technik der Korrekturosteotomien bei der posttraumatischen Kniegelenksarthrose
Hefte z. Unfallheilkunde 128
155-173, Springer, Berlin, Heidelberg, New-York 1976

(60) Weber, B.-G. : Die Verletzungen des oberen Sprunggelenks
Bern, Stuttgart, Wien. Huber 1966

(61) Weber, B.-G. : Zur Operationstechnik der supramalleolären valgisierenden Osteotomie beim Erwachsenen
Unfallheilk. 80, 191-193 (1977)

(62) Weller, S. et al. : Korrigierende Eingriffe am oberen Sprunggelenk
Hefte z. Unfallheilkunde 133, 57

(63) Weller, S. et al. : Ergebnisse nach Korrektureingriffen

am oberen Sprunggelenk.
Sammelstudie der deutschen Sektion
der AO-International
Unfallheilkunde 80, 213-219 (1977)

(64) Zilch, H. et al. : Umstellungsosteotomien am Tibiakopf
(Indikation, Technik + Ergebnisse)
Unfallheilkunde 81, 642-648 (1978)

Lebenslauf

Ich, Karl-Heinz Bergt, wurde am 26.8.53 in Bremen als Sohn der Eheleute Karl Heinz Bergt und der Jutta Gusta Marga Bergt, geborene Blass, geboren.

Am 1.4.1960 wurde ich in die Grund- und Hauptschule an der Carl-Goerdeler-Straße eingeschult, die ich bis zur Vollendung der vierten Klasse besuchte. Anschließend wechselte ich nach bestandener Prüfung auf das Gymnasium an der Karlstraße über, welches 1969 zugunsten des im gleichen Jahr neu gegründeten Gymnasiums an der Kurt-Schumacher-Allee aufgelöst wurde. Hier legte ich am 19.5.1973 das Zeugnis der allgemeinen Hochschulreife ab.

Direkt im Anschluß an meine Schulausbildung absolvierte ich ab dem 2.7.1973 den Wehrdienst, der nach meiner Anerkennung als Kriegsdienstverweigerer zum 6.4.1974 in ein Zivildienstverhältnis umgewandelt wurde. Den Ersatzdienst leistete ich bis zum 31.10.1974 im Krankenhaus St. Joseph-Stift Bremen. Während dieser Zeit reifte mein Berufsziel, nach dem Medizinstudium als Arzt tätig zu sein.

Nach verschiedenen Aushilfstätigkeiten begann ich, nach einer Ausbildung bei der Johanniter-Unfallhilfe, am 2.12.75 im Krankenhaus Bremen-Sebaldsbrück eine Tätigkeit als Krankenpflegehelfer auf einer chirurgischen Station, die ich bis zum 30.6.1976 ausübte. Die restliche Zeit bis zur Aufnahme des Studiums überbrückte ich mit der Tätigkeit als OP-Helfer in der Chirurgie des St. Joseph-Stifts Bremen, die sich vom 2.7.1976 bis zum 30.6.1979 erstreckte.

Mein Studium der Humanmedizin begann ich am 1.4.1979 in Berlin an der Freien Universität. Die Approbation wurde mir am 26.06.1985 in Berlin erteilt.

Danksagung

Herrn Professor Dr.med. R. Rahmanzadeh als Leiter der Abteilung für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie im Klinikum Steglitz der Freien Universität Berlin gebührt zunächst mein Dank für die Überlassung des Themas.

Für Rat und Tat möchte ich mich auch bei Herrn Privatdozent Dr.med. M. Faensen bedanken, der mir durch seine sachkundige Betreuung dieser Arbeit in etlichen Fällen zu entscheidenden Einsichten verhalf sowie den übrigen ärztlichen und nichtärztlichen Mitarbeitern der Abteilung. Bei der Herstellung der Druckvorlage haben mir Norbert und Gabriele Jungmann sehr geholfen, und auch meiner Freundin, Frau Dipl.Ing. Karin Jungmann bin ich für Ihre Hilfe beim Anfertigen vieler Zeichnungen und manche Ermunterung zu Dank verpflichtet.